

Kemampuan Berpikir

dalam Pembelajaran Matematika



Mukti Sintawati, S.Si, M.Pd.
Asih Mardati, M.Pd.

KEMAMPUAN BERPIKIR DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Mukti Sintawati, S.Si, M.Pd.

Asih Mardati, M.Pd.



Penerbit K-Media
Yogyakarta, 2023

**KEMAMPUAN BERPIKIR DALAM PEMBELAJARAN
MATEMATIKA**

iv + 94 hlm.; 15,5 x 23 cm

ISBN: 978-623-174-104-2

Penulis : Mukti Sintawati, S.Si, M.Pd.,
Asih Mardati, M.Pd.

Tata Letak : Tim

Desain Sampul : Tim

Cetakan 1 : Januari 2023

Copyright © 2023 by Penerbit K-Media
All rights reserved

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang No 19 Tahun 2002.

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektrik maupun mekanis, termasuk memfotocopy, merekam atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis dan Penerbit.

Isi di luar tanggung jawab percetakan

Penerbit K-Media
Anggota IKAPI No.106/DIY/2018
Banguntapan, Bantul, Yogyakarta.
e-mail: kmedia.cv@gmail.com

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas terselesaikannya penyusunan Buku Kemampuan Berpikir dalam Pembelajaran Matematika ini dengan baik. Buku ini berisi teori kemampuan berpikir yang dapat dikembangkan dalam pembelajaran matematika meliputi yaitu pemahaman matematika, pemecahan masalah, komunikasi matematika, koneksi matematika, penalaran matematika, representasi matematika, literasi matematika, kemampuan berpikir kritis matematika dan kemampuan berpikir kreatif matematika. Selain teori, buku juga dilengkapi dengan kisi-kisi penilaian kemampuan matematika tersebut.

Buku ini disusun untuk membantu para guru dan calon guru dalam mengembangkan penilaian kemampuan matematika siswa. Semoga buku ini bermanfaat dan menambah wawasan para guru dan calon guru. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu atas tersusunnya buku ini. Saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk meningkatkan kualitas buku ini.

Yogyakarta, Januari 2021

Tim Penulis

DAFTAR PUSTAKA

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
KEMAMPUAN MATEMATIKA.....	1
A. Pemahaman Matematika	3
B. Pemecahan Masalah Matematika	20
C. Komunikasi matematika	26
D. Koneksi Matematika.....	35
E. Penalaran Matematika	42
F. Literasi Matematika	45
G. Berpikir Kritis Matematika	49
H. Berpikir kreatif matematika.....	52
KISI-KISI KEMAMPUAN MATEMATIKA	58
A. Kisi-kisi Pemecahan Masalah	59
B. Kisi-kisi Komunikasi Matematika	61
C. Kisi-kisi Koneksi Matematika.....	64
D. Kisi-kisi Penalaran Matematika	71
E. Kisi-kisi Literasi Matematika	75
F. Kisi-kisi Berpikir Kritis.....	79
G. Kisi-kisi Berpikir Kreatif	82
DAFTAR PUSTAKA.....	85

KEMAMPUAN MATEMATIKA

Kemampuan matematika penting dimiliki oleh siswa. Terdapat berbagai jenis kemampuan matematika menurut para ahli. National Council of Teacher Mathematics (NCTM, 2000) menggolongkan 5 standar kemampuan dasar matematika yaitu pemecahan masalah (*problem solving*), penalaran (*reasoning and proof*), komunikasi (*communication*), koneksi (*connections*), dan representasi (*representation*).

Kemampuan matematik menurut Hendriana & Soemarmo (2019) mengklasifikasikan kemampuan matematika menjadi lima kompetensi utama yaitu: pemahaman matematik (*mathematical understanding*), pemecahan masalah (*problem solving*), komunikasi matematika (*mathematical communication*), koneksi matematika (*mathematical connection*), dan penalaran matematika (*mathematical reasoning*). Kemampuan matematika yang lebih tinggi selanjutnya yaitu berpikir kritis matematika

dan berpikir kreatif matematika (Hendriana & Soemarmo, 2019).

Kemampuan matematika lain yang dinilai *Programme for International Student Assessment* (PISA) adalah literasi matematika. Sedangkan domain penilaian kognitif *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) yang dilakukan oleh *International Association for the Evaluation of Educational Achievement* (IEA) meliputi kemampuan pemahaman (*knowing*), penerapan (*applying*) dan penalaran (*reasoning*).

Berdasarkan beberapa kemampuan matematika yang telah disebutkan, dalam buku ini akan dibahas beberapa kemampuan matematika yaitu pemahaman matematika, pemecahan masalah, komunikasi matematika, koneksi matematika, penalaran matematika, representasi matematika, literasi matematika, kemampuan berpikir kritis matematika dan kemampuan berpikir kreatif matematika.

A. Pemahaman Matematika

Kemampuan siswa dalam memahami suatu konsep matematika sangat menentukan dalam proses menyelesaikan persoalan matematika. Keberhasilan pembelajaran matematika dapat diukur dari kemampuan siswa dalam memahami dan menerapkan konsep dalam memecahkan masalah. Kemampuan memahami tersebut disebut sebagai kemampuan pemahaman matematika.

Pemahaman matematika memerlukan pengetahuan, mengerti makna dan konotasi matematika. Pemahaman matematika merupakan hal krusial dalam pembelajaran matematika. Bartlett (1932) berpendapat bahwa pemahaman matematis dapat mengurangi beban memori, menyaring informasi yang tidak valid di otak, dan mempertahankan Ingatan jangka panjang. Selanjutnya, Davis (1992) mengamati bahwa pemahaman dapat membantu siswa mengasimilasi dan mentransfer pengetahuan dengan meningkatkan transferabilitas mereka. Pasnak dkk. (2016) menegaskan bahwa hal itu

dapat meningkatkan kapasitas penalaran induktif dan deduktif siswa, sehingga meningkatkan kemampuan mereka untuk memecahkan masalah matematika dengan lancar.

Terdapat beberapa pandangan terkait pemahaman matematika oleh para ahli. Pandangan pertama berpendapat bahwa proses internal pemahaman matematis adalah proses di mana pengetahuan matematika dipahami dan direpresentasikan dalam pikiran peserta didik dan hubungan satu sama lain dibangun. Proses pemahaman matematis mengacu pada keadaan dan proses di mana pengetahuan matematika direpresentasikan dalam cara yang berbeda, dan hubungan antara atau di dalam representasi ini dibuat (Wang et al., 2012).

Pandangan kedua berpendapat bahwa proses pemahaman matematika mengacu pada transformasi representasi pengetahuan matematika. Mayer (1989) berpendapat bahwa proses pemahaman matematika melibatkan transmisi, refleksi, penerimaan, pengukuran, dan

transformasi. Anderson (2008) mengkonseptualisasikan ini dalam proses pemahaman matematis; seorang individu mengubah pengetahuan matematika dari satu representasi ke representasi lainnya.

Pandangan ketiga percaya bahwa proses internal pemahaman matematika adalah proses yang komprehensif, kompleks, dan iteratif. Sarjana paling terkenal yang memegang pandangan ini adalah Pirie dan Kieren (1994). Mereka mengusulkan teori pemahaman matematika yang ditandai dengan rekursi transenden. Mereka berpendapat bahwa pemahaman matematika adalah proses psikologis holistik, dinamis, hirarkis, non-linear, rekursif, dan diinternalisasi. "Holistik" berarti bahwa pemahaman matematis adalah proses yang melibatkan tidak hanya pengetahuan matematika tetapi juga pengetahuan tentang domain lain (misalnya kecakapan hidup) dan pengetahuan praktis. "Dinamis" menunjukkan bahwa pemahaman matematika adalah proses di mana berbagai jenis pengetahuan terintegrasi. "Hierarkis" menunjukkan bahwa proses

pemahaman matematika dapat dibagi menjadi beberapa tingkatan. "Non-linier" menyiratkan bahwa pemahaman matematika berkembang melalui rute yang berbeda. "Rekursi transenden" menunjukkan bahwa pemahaman matematis adalah proses berulang yang berulang-ulang (Pirie dan Kieren, 1994).

Sudut pandang keempat adalah yang paling banyak dipegang, yang mengusulkan bahwa dalam proses internal pemahaman matematika, pengetahuan memasuki otak pembelajar dan berinteraksi dengan pengetahuan asli untuk membentuk struktur kognitif baru, yang berarti bahwa itu adalah aktivitas kognitif. Davis (1992) berpendapat bahwa dalam proses internal pemahaman matematika, sebuah ide baru dimasukkan ke dalam kerangka yang lebih besar yang sebelumnya telah ada dalam pikiran pelajar. Zheng (2001) melihat dari sudut pandang tradisional, pemahaman matematika mengacu pada kemampuan untuk memahami esensi dari suatu objek, sedangkan dari sudut pandang yang lebih luas atau dari sudut pandang psikologis

modern, itu adalah proses menggabungkan objek ke dalam skema yang sesuai.

Chen dan Weng (2003) mengemukakan bahwa pemahaman matematika melibatkan restrukturisasi, reorganisasi, dan penyeimbangan kembali kognisi yang sudah ada sebelumnya. Wang (2004) percaya bahwa pemahaman matematika adalah aktivitas kognitif yang membantu individu secara bertahap memahami esensi dan hukum matematika dengan menggabungkan pengetahuan dan pengalaman mereka sendiri. Yu dan Yang (2005) mengkonseptualisasikan bahwa pemahaman matematis melibatkan asimilasi dan adaptasi, dimana informasi matematika baru dimasukkan ke dalam struktur kognitif yang ada. Zhang dan Guo (2007) mengusulkan bahwa pemahaman matematika adalah suatu proses dimana peserta didik membangun hubungan antara domain pengetahuan yang berbeda dan memodifikasi atau memperluas struktur kognitif pengetahuan mereka dalam domain ini. Menurut Li dan Wu (2011), dalam proses pemahaman matematis,

pengetahuan matematika memasuki struktur kognitif dan membentuk jaringan internal dengan pengetahuan yang sudah ada sebelumnya.

Ternyata keempat pandangan di atas berbeda, meskipun semuanya membahas masalah proses psikologis internal pemahaman matematis. Pandangan pertama menekankan representasi dan keterkaitan antar representasi; yang kedua menekankan transformasi representasi; yang ketiga menekankan regresi komprehensif; dan yang keempat menekankan pembentukan struktur kognitif baru. Namun, mereka tidak diragukan lagi sangat membantu pemahaman kita tentang pemahaman matematika karena mereka membantu kita mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang proses internal pemahaman matematika dan menjelaskan metode untuk memeriksa pemahaman matematika.

Pemahaman adalah kata yang sering digunakan oleh para pendidik dan peneliti selama proses pengajaran dan melakukan penelitian

pendidikan. Pemahaman matematis adalah tindakan yang membantu seseorang memahami makna pengetahuan. Menurut Simmons (1988), pemahaman matematika mengacu pada cara yang unik dan mendalam di mana individu memahami, merenungkan, dan menafsirkan subjek dan mengungkapkannya dengan cara yang berbeda. Wang (2006) menekankan bahwa pemahaman mengacu pada proses di mana seseorang menggunakan pengalaman dan proses kognitifnya sendiri untuk menghadapi hal-hal baru, mengintegrasikan pengetahuan baru, memecahkan masalah baru, dan, dengan demikian, secara konstan membangun dan meningkatkan kemampuan kognitifnya sendiri. Zhang dan Guo (2007) mengemukakan bahwa pemahaman merupakan cerminan dari kegiatan belajar, berbeda dengan hafalan dan memori. Ketika datang ke interpretasi proses internal pemahaman matematika, empat sudut pandang yang disebutkan di atas muncul.

Sebagian besar peneliti umumnya setuju bahwa pemahaman matematika termasuk dalam

bidang pembelajaran matematika. Pemahaman matematika sangat erat kaitannya dengan struktur dan proses kognitif matematika. Ini adalah proses dimana pengetahuan matematika baru menjadi bagian dari struktur kognitif internal individu dengan menghubungkan pengetahuan matematika yang diperoleh sebelumnya dan mengintegrasikannya dengan jaringan internal (Cai & Ding, 2015).

Hiebert dan Carpenter (1992) mengamati bahwa “ide, prosedur, atau fakta matematis dapat dipahami jika merupakan bagian dari jaringan internal. Lebih khusus lagi, matematika dipahami jika representasi mentalnya merupakan bagian dari jaringan representasi.” Dalam hal ini, mereka membuat pengamatan berikut. Gagasan bahwa memahami matematika membuat hubungan antara gagasan, fakta, atau prosedur bukanlah hal baru. Ini adalah tema yang berjalan melalui karya klasik dalam literatur pendidikan matematika dan sering muncul dalam diskusi yang lebih baru tentang representasi dan pemahaman dalam matematika. Banyak dari mereka yang

mempelajari pembelajaran matematika setuju bahwa pemahaman melibatkan pengenalan hubungan antara potongan-potongan informasi. Sesuai dengan perspektif ini, para peneliti umumnya percaya bahwa pemahaman matematika berkembang sebagai representasi dari pengetahuan matematika yang terjalin menjadi jaringan yang semakin terstruktur dan kohesif. Selanjutnya, sebagai jaringan representasi mental pengetahuan matematika tumbuh lebih besar dan lebih terorganisir ketika representasi baru digabungkan atau asosiasi baru dibuat, maka pemahaman juga meningkat. Secara keseluruhan, proses pertumbuhan ini bersifat holistik, dinamis, hierarkis, non-linear, transenden rekursif, dan proses psikologis yang terinternalisasi (Martin, 2008). Selama proses ini seorang individu akan mencoba untuk merepresentasikan konsep matematika dengan cara yang berbeda dan menarik hubungan antara atau di dalam representasi (Anderson, 2008). Oleh karena itu tiga pandangan pertama yang

disebutkan di atas masih diterima secara luas oleh para peneliti.

1. Tingkat Pemahaman Matematika

Tingkat pemahaman ditentukan oleh jumlah dan kekuatan koneksi. Sebuah ide, prosedur, atau fakta matematis dipahami secara menyeluruh jika dikaitkan dengan jaringan yang ada dengan koneksi yang lebih kuat atau lebih banyak. Skemp (1976) mengklasifikasikan pemahaman matematika menjadi dua jenis: instrumental dan relasional. Pemahaman instrumental mengacu pada pengetahuan tentang apa yang diwakili oleh simbol; pemahaman relasional tidak hanya mencakup pengetahuan tentang simbol apa yang diwakili tetapi juga pemahaman yang komprehensif tentang sifat dan hubungannya.

Buxton (1978) membagi pemahaman matematis menjadi empat tingkatan: hafalan, observasi, pemahaman mendalam, dan pemahaman logis. Herscovics dan Bergeron

(1983) membaginya menjadi empat tingkatan: intuitif, prosedural, abstrak, dan formal. Greeno dan Riley (1987) membaginya menjadi tiga jenis: pemahaman kepatuhan, implisit, dan eksplisit. Pirie dan Kieren (1994) mengklasifikasikannya menjadi delapan tingkatan: pengetahuan primitif, pembuatan citra, memiliki citra, memperhatikan properti, memformalkan, mengamati, menyusun, dan menciptakan. Wiggins dan McTighe (2005) membaginya menjadi lima dimensi: penjelasan, interpretasi, aplikasi, wawasan, empati, dan kesadaran diri. Yu dan Yang (2005) membaginya menjadi lima tingkatan: nol, akal sehat, logis, konseptual, dan tak berujung. Tingkat nol ditandai dengan kurangnya pemahaman, yang merupakan awal dari proses pemahaman. Tingkat akal sehat ditandai dengan pemahaman yang belum sempurna. Tingkat logika memerlukan pemahaman yang mendalam, yang mengacu pada proses menghubungkan pengetahuan lama dan baru untuk membentuk struktur melalui pemikiran

logis. Tingkat konseptual adalah pemahaman yang lebih dalam, yang mengacu pada munculnya konsep-konsep baru atas dasar pembentukan struktur kognitif baru. Tingkat tanpa akhir ditandai dengan diperolehnya lebih banyak makna atau pengetahuan berdasarkan pemahaman sebelumnya setelah berpikir atau menerapkan kembali pengetahuan baru tersebut.

Pemahaman matematika merupakan proses internal. Oleh karena itu, bagaimana kita dapat menilai apakah seorang individu telah mencapai pemahaman matematis setelah belajar matematika, dan bagaimana kita dapat mengevaluasi derajat dan tingkat pemahaman matematisnya? Hiebert dan Carpenter (1992) mengusulkan bahwa semua aspek berikut harus dinilai untuk menentukan pemahaman matematika individu: (a) kesalahan siswa, (b) hubungan antara simbol dan program simbolik dan referensi yang sesuai, (c) hubungan antara prosedur simbolik dan situasi pemecahan

masalah informal, dan (d) hubungan antara sistem simbolik yang berbeda.

Para ahli menggunakan metode laporan lisan untuk memastikan tingkat pemahaman matematika individu saat ini (Pirie dan Kieren, 1994). Metode ini menuntut siswa untuk mendeskripsikan makna pengetahuan matematikanya dengan kata-katanya sendiri setelah pembelajaran matematika terjadi; selanjutnya, para ahli menilai apakah pemahaman mereka benar atau salah (Nickerson, 1985). Terbukti, itu tidak hanya memenuhi kriteria yang disebutkan di atas dan operasionalisasi tetapi juga lebih mudah digunakan daripada metode lain yang diusulkan oleh Hiebert dan Carpenter (1992). Selain itu, Hiebert dan Carpenter (1992) berpendapat bahwa hubungan yang menghasilkan pemahaman matematika terutama meliputi kesamaan, perbedaan, dan inklusi. Namun, temuan ini menunjukkan bahwa hubungan yang menghasilkan pemahaman matematika harus

mencakup dimensi baru, yaitu dimensi “perubahan” atau “transformasi”.

Kriteria umum untuk menilai pemahaman matematis menggunakan metode laporan lisan adalah keakuratan dan kejelasan individu yang menggambarkan pengetahuan yang baru diperoleh dengan kata-katanya sendiri dan kesadarannya akan sumber pengetahuan tersebut. Secara khusus, jika seseorang menjelaskan arti pengetahuan matematika yang baru diperoleh dengan kata-kata mereka sendiri secara jelas dan akurat dan juga dapat menentukan bagaimana mereka memperoleh pengetahuan matematika baru ini, maka mereka dianggap telah memahami bagian pengetahuan yang bersangkutan. Jika tidak, mereka dianggap belum cukup memahaminya (Mao et al., 2015). Banyak penelitian yang menunjukkan bahwa ini adalah ciri yang jelas dari pemahaman sejati seseorang tentang pengetahuan. Menurut Shao (1997), tujuan dari metode ini adalah untuk memastikan apakah seorang individu mampu menjelaskan sepotong

pengetahuan matematika dengan kata-kata mereka sendiri, terlepas dari tingkat pemahaman mereka. Untuk memastikan apakah seseorang telah sampai pada pemahaman yang mendalam tentang suatu konsep, perlu untuk memeriksa apakah narasi pengetahuan mereka terperinci, akurat, komprehensif, dan sistematis.

2. Proses Pemahaman Konsep Matematika Baru

Para peneliti selalu menekankan bahwa untuk membantu siswa memahami konsep matematika secara tepat, definisi dan contoh spesifik harus disajikan dan dijelaskan kepada siswa sebagai bagian dari proses pengajaran. Definisi konsep matematika adalah pernyataan atau deskripsi konotasi dan karakteristiknya, dan itu mewakili konstruksi umum yang menggolongkan konstruksi tingkat rendah lainnya. Ini menunjukkan posisi suatu konsep dalam keseluruhan sistem konseptual, kesamaannya dengan domain lain, dan perbedaan di antara mereka (Cao dan Cai, 1989). Misalnya, pada definisi segitiga siku-siku: segitiga dengan sudut siku-siku adalah segitiga siku-siku. Definisi ini menentukan bentuk geometris dari segitiga siku-siku dan menggambarkan perbedaan antara segitiga

dan segitiga siku-siku. Contoh spesifik dari suatu konsep jelas dimasukkan oleh konsep ini sesuai dengan denotasinya Untuk alasan ini, banyak peneliti sering mengkaji pemahaman matematika dengan berfokus pada konsep matematika sebagai unit perhatian mereka (Pirie dan Kieren, 1994).

Temuan ini menunjukkan bahwa definisi konsep, penggunaan contoh, dan metode pembuatan contoh spesifik memungkinkan siswa untuk beralih dari keadaan tidak mengerti ke keadaan mengerti; akibatnya, ini adalah konten penting yang membantu siswa memahami konsep-konsep baru. Hal ini konsisten dengan hasil investigasi awal dan menegaskan perspektif Cai dan Ding (2015).

Jika di analisis lebih lanjut hubungan antara definisi konsep matematika dan metode pembuatan contoh spesifik, ditemukan bahwa siswa tidak hanya membuat objek koneksi konsep baru berbeda tetapi juga mengubah arahnya. Ketika siswa mempelajari definisi konsep matematika, mereka terlibat dalam kegiatan pembelajaran (Ausubel et al., 1978). Akibatnya, siswa menghubungkan konsep baru dengan yang lebih lama dalam pikiran mereka. Metode pembuatan contoh melibatkan pembuatan contoh konsep yang sudah ada, dari mana contoh konsep baru dapat diturunkan. Jadi hubungan yang dihasilkan di

sini adalah hubungan antara konsep yang ada dan yang baru. Ketika siswa belajar bagaimana membuat contoh spesifik, mereka terlibat dalam kegiatan pembelajaran yang disandingkan (Ausubel et al., 1978).

Oleh karena itu proses pemahaman konsep matematika yang baru harus didasarkan pada pembentukan hubungan antara konsep baru dan yang sudah ada dalam benak siswa. Proses ini dapat dilakukan dengan dua cara berbeda, yaitu, "going" dan "coming". "Going" mengacu pada proses menghubungkan konsep baru dengan yang sudah ada yang tingkat inklusinya lebih tinggi dari konsep baru (yang merupakan konsep superordinate). Arah koneksinya adalah dari konsep baru ke konsep yang sudah ada. Sebaliknya, "coming" mengacu pada proses menghubungkan konsep yang sudah ada disandingkan dengan konsep bar. Arah koneksinya adalah dari konsep lama ke konsep baru.

Para siswa menunjukkan apa yang mereka anggap sebagai urutan pembelajaran konsep matematika terbaik setelah mereka menentukan konten yang telah memainkan peran penting dalam membantu mereka memahami konsep. Hasil penelitian dari tanggapan mereka mengungkapkan bahwa sebagian besar siswa menganggap urutan berikut ini paling membantu proses

pemahaman konsep baru mereka: mempelajari definisi konsep matematika dan kemudian mempelajari metode membuat contoh spesifik.

B. Pemecahan Masalah Matematika

Pemecahan masalah merupakan salah satu kemampuan dasar matematika yang harus dimiliki siswa. Kemampuan pemecahan masalah membantu siswa berpikir analitik dalam membuat keputusan dan membantu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam menghadapi situasi baru (Cooney, 2005).

Pemecahan masalah dalam matematika memiliki dua makna, yaitu sebagai pendekatan pembelajaran dan sebagai kemampuan atau proses *doing math*. Pemecahan masalah sebagai pendekatan pembelajaran merupakan pembelajaran matematika yang diawali dengan penyajian masalah kontekstual. Selanjutnya, siswa menemukan kembali konsep yang dipelajari dan kemampuan matematik lainnya melalui penalaran induktif. Pemecahan masalah sebagai suatu proses meliputi beberapa kegiatan yaitu mengidentifikasi kecukupan unsur untuk menyelesaikan masalah, memilih strategi untuk menyelesaikan masalah, melaksanakan perhitungan, menginterpretasi solusi, dan memeriksa kembali solusi yang telah diperoleh.

Mayer (1982), Schoenfeld (1982), dan Silver (1982) menyatakan bahwa pengetahuan awal merupakan elemen kunci dalam proses pemecahan masalah. Pengetahuan sebelumnya mempengaruhi pemahaman tentang masalah serta pilihan strategi yang akan digunakan dalam upaya memecahkan masalah. Bahkan, pengetahuan dan pengalaman sebelumnya merupakan hal yang harus dipertimbangkan oleh siswa ketika pertama kali menghadapi suatu masalah. Akibatnya, semua heuristik pemecahan masalah menggabungkan sumber daya pengetahuan dan pengalaman masa lalu ini. Beberapa heuristic menyempurnakan ide-ide ini, dan beberapa heuristik memperluasnya (Kilpatrick, 1985).

Dalam bukunya *How to Solve It*, Pólya (1949) | [Pólya](#) menjabarkan heuristik pemecahan masalah yang sangat bergantung pada pengetahuan dan pengalaman masa lalu. Polya meringkas empat Langkah proses heuristik nya sebagai berikut :

1. Memahami Masalah

- Pertama. Anda harus memahami masalahnya.
- Apa yang tidak diketahui? Apa saja datanya? Apa syaratnya?

- Apakah mungkin untuk memenuhi kondisi tersebut? Apakah kondisi cukup untuk menentukan yang tidak diketahui? Atau apakah itu tidak cukup? Atau berlebihan? Atau bertentangan?
- Gambar sebuah gambar. Perkenalkan notasi yang sesuai.
- Pisahkan berbagai bagian dari kondisi tersebut. Dapatkah Anda menuliskannya?

2. Menyusun Rencana

- Temukan koneksi antara data dan yang tidak diketahui. Pertimbangkan masalah tambahan jika koneksi langsung tidak dapat dilakukan/ditemukan. Anda akhirnya harus mendapatkan rencana solusi.
- Pernahkah Anda melihatnya sebelumnya? Atau pernahkah Anda melihat masalah yang sama sedikit bentuk yang berbeda?
- Apakah Anda tahu masalah terkait? Apakah Anda tahu teorema yang bisa berguna?
- Lihatlah yang tidak diketahui! Dan coba pikirkan masalah serupa yang pernah ditemui. Inilah masalah yang terkait dengan masalah saat ini dan dipecahkan sebelumnya. Bisakah Anda menggunakannya? Bisakah Anda menggunakan hasilnya? Bisakah Anda menggunakan metodenya? Haruskah Anda

memperkenalkan beberapa elemen tambahan untuk memungkinkan penggunaannya?

- Bisakah Anda menyatakan kembali masalahnya? Bisakah Anda menyatakan kembali dengan cara yang berbeda?
- Jika Anda tidak dapat memecahkan masalah yang dihadapi, coba bayangkan masalah terkait yang lebih mudah diselesaikan. Masalah yang lebih umum. Kemudian ke masalah yang lebih khusus. Kemudian hubungkan dengan masalah yang dihadapi saat ini, Bisakah Anda memecahkan bagian dari masalah? Pertahankan hanya sebagian dari kondisi, hilangkan bagian lain; seberapa jauh yang tidak diketahui kemudian ditentukan, bagaimana itu bisa bervariasi? Bisa Anda memperoleh sesuatu yang berguna dari data? Bisakah Anda memikirkan data lain untuk menentukan yang tidak diketahui? Bisakah Anda mengubah yang tidak diketahui atau data, atau keduanya jika perlu, sehingga yang baru tidak diketahui dan data yang baru lebih dekat satu sama lain?
- Apakah Anda menggunakan semua data? Apakah Anda menggunakan seluruh kondisi? Sudahkah kamu memperhitungkan

semua gagasan penting yang terlibat dalam masalah?

3. Melaksanakan Rencana

Melaksanakan rencana solusi kemudian periksa setiap langkah. Periksa bahwa apakah tiap langkah sudah benar? Bagaimana membuktikan bahwa itu benar?

4. Melihat ke Belakang/ memeriksa kembali

Periksa solusi yang diperoleh. Kegiatan ini diidentifikasi melalui pertanyaan

- Dapatkah Anda memeriksa hasilnya? Bisakah Anda memeriksa argumennya?
- Dapatkah solusi dicari dengan cara lain? Bisakah dilihat sekilas?
- Dapatkah metode atau cara tersebut digunakan untuk soal/masalah lain?

Polya memberikan saran untuk membantu siswa mengatasi kesulitannya dalam menyelesaikan masalah, yaitu: a) ajukan pertanyaan untuk mengarahkan siswa bekerja, b) berikan *clue* atau *hint* untuk menyelesaikan masalah, c) bantu siswa menggali pengetahuannya dan menyusun pertanyaan sendiri sesuai dengan kebutuhan masalah, dan d) bantu siswa mengatasi kesulitannya sendiri.

Sedangkan menurut Schoenfeld terdapat 5 tahapan dalam memecahkan masalah, yaitu

Reading (membaca masalah), Analisis, Exploration, Planning/Implementation, dan Verification. Lima tahapan Schoenfeld dijelaskan sebagai berikut:

1. *Reading* (membaca)

Tahapan dimulai saat siswa membaca masalah

2. Analisis

Artzt & Armour-Thomas (Goos et.al, 2000 : 2) telah mengembangkan langkah-langkah pemecahan masalah dari Schoenfeld, yaitu menjadi Reading, Understanding, Analisis, Exploration, Planning, Implementation, dan Verification. Langkah-langkah penyelesaian masalah tersebut sebenarnya merupakan pengembangan dari 4 langkah Polya. Sementara itu, Krulik dan Rudnik (1995) mengenalkan lima tahapan pemecahan masalah yang mereka sebut sebagai heuristik. Heuristik adalah langkah-langkah dalam menyelesaikan sesuatu tanpa harus berurutan. Dalam bukunya, "Teaching Reasoning and Problem Solving in Elementary School", mereka mengkhususkan langkah ini dapat diajarkan di sekolah dasar. Lima langkah tersebut adalah : 1. Read and Think (Membaca dan Berpikir), yang meliputi kegiatan mengidentifikasi fakta, mengidentifikasi pertanyaan, memvisualisasikan situasi, menjelaskan setting, dan menentukan tindakan selanjutnya. 2. Explore and Plan (Eksplorasi dan

Merencanakan), yang meliputi kegiatan : mengorganisasikan informasi, mencari apakah ada informasi yang sesuai/diperlukan, mencari apakah ada informasi yang tidak diperlukan, menggambar/mengilustrasikan model masalah, dan membuat diagram, tabel, atau gambar 3. Select a Strategy (Memilih Strategi), yang meliputi kegiatan : menemukan/membuat pola, bekerja mundur, coba dan kerjakan, simulasi atau eksperimen, Penyederhanaan atau ekspansi, membuat daftar berurutan, deduksi logis, dan membagi atau mengkategorikan permasalahan menjadi masalah sederhana. 4. Find an Answer (Mencari Jawaban), yang meliputi kegiatan : memprediksi, menggunakan kemampuan berhitung, menggunakan kemampuan aljabar, menggunakan kemampuan geometris, dan menggunakan kalkulator jika diperlukan. 5. Reflect and Extend (Refleksi dan Mengembangkan), memeriksa kembali jawaban, menentukan solusi alternatif, mengembangkan jawaban pada situasi lain, mengembangkan jawaban (generalisasi atau konseptualisasi), mendiskusikan jawaban, dan menciptakan variasi masalah dari masalah yang asal

C. Komunikasi matematika

Matematika pada umumnya identik dengan perhitungan angka dan rumus sehingga menimbulkan pengertian bahwa keterampilan

komunikasi tidak dapat dibangun pada pembelajaran matematika. Keterampilan komunikasi sangat penting dalam pembelajaran matematika. Komunikasi matematis adalah salah satu standarnya proses dalam pembelajaran Matematika yang diusulkan oleh Dewan Nasional Guru Matematika (NCTM, 2000).

Keterampilan Komunikasi Matematis mengacu pada kemampuan siswa untuk (1) mengatur dan menghubungkan pemikiran matematis mereka melalui komunikasi; (2) mengkomunikasikan logika mereka dan pemikiran matematis yang jelas kepada teman, guru, dan lainnya; (3) menganalisis dan menilai pemikiran matematis dan strategi yang digunakan oleh orang lain; dan (4) menggunakan bahasa matematika untuk mengungkapkan ide matematika dengan benar, (NCTM, 2000). Menurut Pourdavood dan Wachira (2015), salah satunya komponen kunci yang dapat mempengaruhi keberhasilan dalam matematika adalah kebutuhan untuk memperhatikan presisi yang secara eksplisit meminta siswa untuk memperhatikan ketepatan baik perhitungan maupun bahasa.

Bahasa atau komunikasi dalam Matematika merupakan bagian penting dari pendidikan Matematika sebagai sarana untuk bertukar pikiranide dan alat untuk mengklarifikasi pemahaman. Selain itu, pembelajaran matematika

di kelas juga harus membantu siswa untuk mengkomunikasikan ide-ide mereka. Kemampuan komunikasi matematis seharusnya dikembangkan seperti yang dijelaskan oleh Manouchehri (2007); Manouchehri dan St. John (2006), bahwa komunikasi dalam pembelajaran matematika memberikan kontribusi untuk analisis matematika yang lebih dalam pada bagian guru dan juga siswa.

Dalam interaksi kelas, semua kejadian di kelas disertakan, baik interaksi verbal maupun non-verbal interaksi (Rohmah, 2017). Istilah lain dari interaksi adalah komunikasi atau wacana. Penggunaan wacana sangat penting agar sesuai dengan standar komunikasi yang menyerukan Instruksional program untuk memungkinkan semua siswa untuk mengkomunikasikan pemikiran matematika mereka secara koheren dan jelas teman sebaya, guru, dan lain-lain; untuk menganalisis dan mengevaluasi pemikiran matematika dan strategi orang lain dan menggunakan bahasa matematika untuk mengungkapkan ide-ide matematika secara tepat.

Berdasarkan Schwols dan Dempsey (2012), ada beberapa komponen wacana matematika berkualitas tinggi. Salah satunya adalah memfasilitasi percakapan. Tingkat dan efektivitas wacana kelas sangat tergantung pada keterampilan fasilitasi guru. Komponen lain yang

dapat dibuang dari wacana matematika adalah bahasa matematika formal. Kualitas wacana kelas tergantung pada kemampuan siswa untuk memproses bahasa untuk membangun ide-ide orang lain. Kemampuan untuk bahasa proses mempromosikan pemikiran matematis (Kabasakalian, 2007). Siswa perlu mengetahui tentang arti kata-kata kosa kata matematika, baik tertulis maupun lisan, agar lebih memahami dan mengkomunikasikan ide matematika (Gay, 2008).

Komunikasi dalam matematika telah mendapat banyak perhatian selama 20 tahun terakhir. Menurut Ezrailson, dkk (2006), mengajar adalah kegiatan yang mengandaikan suatu bentuk komunikasi. Dengan mengingat hal ini, para peneliti tersebut melanjutkan dengan menyatakan hal itu siswa hanya akan mengingat 20% dari apa yang mereka dengar, 30% dari apa yang mereka lihat dan 50% dari apa yang mereka lihat dan dengar. Namun, ketika guru fokus pada interaksi dan komunikasi di kelas, siswa akan mempertahankan 90% dari apa yang mereka katakan dan lakukan saat mereka terlibat dalam diskusi.

(NCTM) (2000) telah memasukkan standar komunikasi sebagai bagian dari Prinsip dan standar untuk matematika sekolah. Dengan cara ini, komunikasi telah ditempatkan di garis depan kurikulum matematika sehingga semua guru

menyadari pentingnya keterampilan ini dan bekerja untuk menyediakan siswa dengan banyak kesempatan untuk terlibat dalam pembicaraan matematika. Menurut Departemen Pendidikan Ontario dalam Kurikulum Matematika Ontario, komunikasi adalah proses mengungkapkan ide dan pemahaman matematika secara lisan, visual, dan tulisan, menggunakan angka, simbol, gambar, grafik, diagram, dan kata-kata. Dalam hal ini, komunikasi dapat berupa tanggapan lisan dan tertulis terhadap materi dan Kegiatan diberikan kepada siswa yang akan memungkinkan mereka kesempatan yang lebih besar untuk mendapatkan pemahaman konseptual matematika. Juga, dalam penelitiannya tentang pengaruh komunikasi terhadap ketujuh partisipasi kelas di kelas matematika mereka, Jansen (2006) menemukan bahwa diskusi kelas dengan fokus pada jawaban yang benar mungkin lebih mengancam daripada yang menekankan pemahaman.

Memfasilitasi komunikasi peer-to-peer dan siswa-ke-guru yang efektif merupakan aspek penting dari pengajaran matematika. Ini tidak hanya memungkinkan siswa untuk mengkonsolidasikan pengetahuan mereka dan pemahaman konsep melalui diskusi tetapi juga memberi siswa banyak kesempatan untuk membangun kepercayaan dalam lingkungan yang mendukung yang terbuka untuk mendiskusikan

pemikiran baru dan kreatif dan kondusif untuk mendukung dan memberdayakan siswa dengan kemampuan dan kekuatan yang berbeda.

Small (2013) juga menyatakan bahwa komunikasi dalam matematika, baik itu silent self-talk atau komunikasi dengan teman sebaya atau guru, sangat penting bagi siswa saat mereka belajar; itu juga kritis alat penilaian bagi guru. Selain itu, Bishop (2012) menyatakan bahwa pemantauan pembicaraan siswa memungkinkan satu untuk mengidentifikasi siapa yang berpartisipasi dan bagaimana, siapa yang tidak berpartisipasi dan mengapa, dan jenis apa identitas matematika yang dilakukan siswa. Baik Small (2013) dan Bishop (2012) membenarkan hal itu penelitian tentang pentingnya peran komunikasi dalam memfasilitasi pemahaman siswa dan menyediakan guru dengan beberapa kesempatan untuk menilai kemampuan siswa untuk panduan lebih lanjut instruksi matematika sehingga sejalan dengan pemahaman konsep siswa saat ini sedang diajarkan.

Komunikasi baik lisan maupun tulisan memungkinkan guru untuk langsung mendengar dan melihat kemampuan dan pemahaman saat ini sehingga umpan balik segera dan, jika perlu, segera Intervensi dapat diberikan untuk membimbing siswa ke arah yang benar. Dalam hal ini, Williams dan Casa (2012) menyatakan bahwa

tulisan mereka berfungsi sebagai kegiatan puncak yang memungkinkan saya untuk lebih menilai kedalaman pemahaman setiap siswa setelah kegiatan kelas dan diskusi. Berkaitan dengan latar belakang di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kemampuan matematika siswa keterampilan komunikasi dalam memecahkan masalah matematika. Dalam penelitian ini, cara siswa memecahkan masalah matematika, mulai dari diskusi, mengidentifikasi fakta dan data, mengubah narasi pertanyaan menjadi simbol matematika dan notasi diselidiki.

Indikator pertama adalah kemampuan menggambar, termasuk kemampuan menyatakan suatu keadaan atau ide matematika dalam bentuk tabel atau gambar. Indikator kedua adalah kemampuan untuk membuat ekspresi matematis, termasuk kemampuan untuk mengungkapkan situasi, tabel atau gambar ke dalam bahasa, simbol, ide, atau model matematika. Indikator ketiga adalah kemampuan untuk menjelaskan ide, situasi, dan hubungan matematis secara tertulis dan meninjau kembali deskripsi atau paragraf.

Freeman, Higgins, dan Horney (2016) melakukan penelitian yang dirancang untuk menguji pengaruh menulis multimodal pada komunikasi ide-ide matematika. Siswa sekolah dasar (usia 8-13) diminta untuk menulis catatan matematika menggunakan dua teknologi

penulisan digital, digital pribadi notepad dan blog matematika sosial, dalam konteks intervensi formal. Empat puluh dua siswa berpartisipasi, di tiga sekolah. Studi tersebut menunjukkan bahwa ketika siswa menulis catatan itu bisa dinilai kebenarannya, jawaban mereka sebagian besar benar, menunjukkan bahwa pengertian matematis pembuatan berlangsung. Hirschfeld-Cotton (2008) menyelidiki penggunaan matematikakomunikasi, melalui presentasi pekerjaan rumah lisan dan entri jurnal tertulis, dan dampaknya terhadap pemahaman konsep matematika. Temuan mengungkapkan bahwa menantang siswa untuk mengkomunikasikan matematika baik secara lisan maupun tulisan memperdalam pemahaman siswa tentang matematika.

Tingkat pemahaman diperdalam ketika berbagai metode instruksional disajikan dan didiskusikan di mana siswa dapat memahami ide-ide yang paling sesuai dengan pembelajaran mereka gaya. Peningkatan pemahaman terjadi melalui pertanyaan menyelidik yang menyebabkan siswa melakukan refleksi terhadap diri mereka sendiri belajar dan mengevaluasi kembali penalaran mereka.

NCTM (2000) dan Greenes dan Schulman (1996) menjelaskan bahwa indikator matematika keterampilan komunikasi adalah (1) memahami ide-ide matematis yang disajikan dalam bentuk

tulisan atau lisan, (2) mengungkapkan gagasan matematika secara tertulis atau lisan, (3) menggunakan pendekatan bahasa matematika (notasi, istilah dan simbol) untuk merepresentasikan informasi matematika, (4) menggunakan representasi matematika (rumus, diagram, tabel, grafik, model) untuk merepresentasikan informasi matematika, dan (5) mengubah dan menginterpretasikan informasi matematika dalam representasi matematis yang berbedaberubah dapat ditemukan.

Keterampilan komunikasi sangat penting dalam pembelajaran matematika. Pourdavood & Wachira (2015) menegaskan bahwa melalui komunikasi dan wacana matematis, guru dapat membina siswa keterlibatan dan partisipasi sambil berfokus pada pemahaman konseptual mendalam yang diminta dalam Standar matematika inti umum. Lebih lanjut, mereka juga menyatakan bahwa siswa yang berkomunikasi mereka pemikiran dan penalaran matematis akan menjadi pengamat bagi diri mereka sendiri. Mereka membuat tidak terlihat solusi matematika lebih jelas dan lebih terlihat untuk diri mereka sendiri dan rekan-rekan mereka.

Studi ini adalah bermanfaat karena memberikan wawasan yang berharga bagi para guru matematika, khususnya di Indonesia, bahwa keterampilan komunikasi matematika adalah

sesuatu yang sangat penting dalam pendidikan matematika konteks. Hal tersebut dapat mempengaruhi pemahaman dan penguasaan siswa dalam pelajaran Matematika. Cara siswa mengonversi masalah matematika menjadi simbol dan notasi sangat mempengaruhi kemampuan siswa untuk memecahkan masalah matematika.

D. Koneksi Matematika

Matematika merupakan mata pelajaran yang menghubungkan konsep-konsep Kemampuan siswa memahami konsep adalah kemampuan yang tidak hanya sekedar mengetahui atau mengingat beberapa konsep saja dipelajari tetapi juga mampu mengungkapkan kembali dalam bentuk lain yang mudah dipahami, memberikan interpretasi data, dan mampu menerapkan konsep dengan struktur kognitifnya.

Konsep dalam pembelajaran matematika saling berhubungan satu sama lain. Ketika siswa mempelajari konsep, maka mereka perlu belajar yang lain. Keadaan ini disebut koneksi matematis, yaitu kemampuan siswa dalam menghubungkan suatu konsep dengan konsep lainnya. Koneksi matematis adalah kemampuan mengasosiasikan pengetahuan matematika siswa dengan keterampilan matematika lainnya dan kehidupan nyata (Bahr & DeGarcia, 2008).

Koneksi matematika adalah bagian dari jaringan pengetahuan yang saling berhubungan dengan pengetahuan lain yang tersusun dari konsep-konsep kritis memahami dan mengembangkan hubungan antara ide, konsep, dan prosedur matematika. Itu kemampuan siswa untuk menghubungkan secara matematis merupakan salah satu hal penting yang harus dicapai oleh siswa dalam proses pembelajaran karena jika siswa mengetahui hubungan antara konsep-konsep, mereka akan cepat memahami matematika itu sendiri dan membuka peluang bagi siswa untuk mengembangkannya keterampilan matematika.

Dewan Nasional Guru Matematika menyatakan bahwa ada lima standar pembelajaran matematika yaitu komunikasi, penalaran dan pembuktian, representasi, koneksi, pemecahan masalah (Rickard, 2005). Oleh karena itu, koneksi matematis perlu dipertimbangkan dalam proses pembelajaran matematika khususnya di sekolah dasar. Dalam pembelajaran matematika, para koneksi matematis harus dikembangkan sejak usia sekolah dasar.

Matematika Kemampuan koneksi muncul ketika siswa dapat menghubungkan antara satu materi dengan materi lainnya. Siswa dapat mengkomunikasikan konsep yang dipelajarinya karena telah menguasai prasyaratnya materi yang

berhubungan dengan kehidupan sehari-hari. Jika siswa dapat menghubungkan materi yang mereka pelajari dari mata pelajaran sebelumnya atau dengan mata pelajaran lain, maka pembelajaran matematika menjadi lebih bermakna (Linto, 2012).

Koneksi matematis sangat penting untuk dikembangkan pada siswa karena akan membantu siswa dalam memahami suatu konsep dan dapat meningkatkan pemahamannya terhadap ilmu pengetahuan lainnya dengan menghubungkan konsep konsep matematika dengan konsep lainnya (Hendriana, 2014). Juga kemampuan koneksi matematis perlu dikembangkan secara luas karena dapat meningkatkan kognitif dengan cara mengingat suatu konsep, memahami dan menerapkan konsep tersebut dalam kehidupan sehari-hari, tanpa dimana siswa akan merasa kesulitan untuk mempelajari konsep matematika (Siregar & Surya, 2017). Dengan demikian, koneksi matematis harus dikembangkan sejak usia sekolah dasar.

Keterkaitan yang kuat antara konsep-konsep matematika menyiratkan bahwa aspek-aspek matematika koneksi juga mengandung aspek matematika lainnya atau sebaliknya. Melihat matematika secara keseluruhan adalah sangat penting dalam mempelajari dan memikirkan hubungan antar topik dalam matematika. Sehingga saat menyampaikan konsep B misalnya,

seorang guru harus mengenalkan atau memperhatikan konsep A terlebih dahulu. Namun faktanya saat ini penunjang pembelajaran seperti bahan ajar belum mampu memfasilitasi siswa dalam menghubungkan atau menghubungkan antara satu konsep dengan konsep lainnya.

Kemampuan koneksi matematis merupakan bagian penting yang harus dikuasai siswa pada setiap jenjang pendidikan. Karena koneksi matematis membantu siswa melihat keterkaitan dan manfaat dari matematika itu sendiri. Dengan membuat koneksi, konsep matematika yang telah dipelajari tidak dibiarkan sebagai bagian yang terpisah, tetapi digunakan sebagai pengetahuan dasar untuk memahami konsep-konsep baru.

Melalui pengajaran proses yang menekankan hubungan antara ide-ide matematika, siswa tidak hanya akan belajar tentang matematika, tetapi tentang kegunaan matematika. Koneksi matematis merupakan kemampuan yang harus dibangun dan dipelajari, karena dengan matematis yang baik kemampuan koneksi akan membantu siswa untuk dapat mengetahui hubungan berbagai konsep dalam matematika dan menerapkan matematika dalam kehidupan sehari-hari. Dengan kemampuan koneksi matematis siswa akan merasakan manfaat belajar matematika, dan pemahaman siswa terhadap konsep yang dipelajarinya akan bertahan lebih lama.

Dalam kurikulum matematika di sekolah koneksi matematika merupakan salah satu dasar kemampuan matematika yang harus dikuasai oleh siswa. Depdiknas menyatakan bahwa tujuan pembelajaran matematika meliputi siswa memiliki kemampuan: 1) memahami konsep matematika, menjelaskan keterkaitan antar konsep dan menerapkan konsep atau algoritma, secara fleksibel, akurat, efisien, dan tepat dalam pemecahan masalah, 2) menggunakan penalaran pada pola dan sifat, 3) memecahkan masalah, 4) mengkomunikasikan gagasan dengan simbol, tabel, diagram, atau media lainnya, dan 5) memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam hidup. Sedangkan NCTM, menetapkan standar matematika kemampuan seperti pemecahan masalah, penalaran dan bukti, komunikasi, koneksi, dan representasi, harus dimiliki oleh siswa. Oleh karena itu kemampuan koneksi matematis merupakan kemampuan yang mendasari berpikir matematis.

Coxford menjelaskan kemampuan koneksi matematis adalah kemampuan menghubungkan konseptual dan procedural pengetahuan, menggunakan matematika pada topik lain, menggunakan matematika dalam aktivitas kehidupan, mengetahui koneksi antar topik dalam matematika. Kemampuan koneksi matematis merupakan salah satu aspek matematika yang

penting kemampuan yang harus dicapai melalui kegiatan pembelajaran matematika. Alasannya kemampuan ini penting karena dengan mengetahui hubungan matematis, siswa akan lebih memahami matematika dan juga memberi mereka kekuatan matematika yang lebih besar.

Krulik menyatakan bahwa menurut Bruner tidak ada konsep atau operasi yang tidak berhubungan dengan konsep atau operasi lain dalam suatu sistem, merupakan fakta yang hakiki matematika merupakan salah satu topik yang berkaitan dengan topik lainnya. Oleh karena itu, agar siswa dapat berhasil belajar matematika, siswa harus diberi lebih banyak kesempatan untuk melihat link.

Selanjutnya, para guru diminta untuk menjelaskan tentang pendekatan apa yang mereka gunakan untuk mendukung siswa kemampuan koneksi matematis. Guna menunjang kemampuan koneksi matematis siswa adalah dengan mendorong mereka untuk terlibat dalam berbagai cara untuk memecahkan masalah. Dengan kegiatan seperti ini tentunya Mahasiswa akan termotivasi untuk menggali lebih dalam konsep-konsep yang berkaitan dengan masalah sehingga siswa akan menyadarinya koneksi matematika yang muncul.

Chapin et al menjelaskan hal tersebut dengan memfasilitasi siswa percakapan tentang masalah matematika, konsep dan prosedur meningkatkan pemahaman siswa sehingga bahwa mereka dapat membuat hubungan yang lebih dalam dan lebih jelas. Bruner juga berpendapat bahwa agar siswa belajar matematika lebih berhasil, siswa harus diberi lebih banyak kesempatan untuk melihat link, baik itu hubungan antara teorema dan teorema, antara teori dan teori, antara topik dan topik, atau antara cabang matematika (aljabar dan geometri misalnya). Dalam sebuah penelitian yang berfokus pada informal strategi untuk mendukung koneksi matematika, Cooke & Buchholz menjelaskan strategi untuk meningkatkan berpikir matematis siswa sebagai berikut: 1) Memberikan kesempatan untuk ekspresi diri; 2) Melayani sebagai penyedia; 3) Memberikan kesempatan kepada siswa untuk menghubungkan pemahaman baru dengan pengetahuan sebelumnya; 4) Menghubungkan tugas administrasi/rutinitas kelas dengan matematika; 5) Mengajukan berbagai pertanyaan; dan 6) Dorong penggunaan istilah matematika yang tepat.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa untuk mencapai tujuan baru PT pendidikan matematika, menciptakan lingkungan belajar yang mendorong keterampilan koneksi matematis sangat penting. Selain itu, guru memiliki peran

kunci dalam menciptakan lingkungan kelas di mana kemampuan koneksi matematis merupakan dimensi yang sangat diperlukan dalam pembelajaran matematika. Memahami persepsi dan pengalaman guru dalam menggunakan keterampilan koneksi matematis dalam kelas diharapkan dapat mengarah pada diskusi tentang pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa dan pemahaman matematika melalui diskusi, sharing, dan bertanya di kelas.

E. Penalaran Matematika

Penalaran matematis adalah keterampilan kritis yang memungkinkan siswa menganalisis hipotesis yang diberikan tanpa mengacu pada konteks atau makna tertentu. Dengan kata awam, ketika penyelidikan atau pernyataan ilmiah diperiksa, penalarannya tidak didasarkan pada pendapat individu. Derivat dan bukti membutuhkan dasar faktual dan ilmiah. Saat kita belajar sastra, kita mengikuti aturan tata bahasa tertentu. Demikian pula, ada aturan dan bagian tertentu dari hipotesis ilmiah. Penting untuk dicatat bahwa sebagian besar buku dan teks yang ditulis tentang penalaran matematika mengikuti tata bahasa ilmiah atau terminologi dan notasi yang relevan.

Bjuland mengungkapkan bahwa kompleksitas penalaran mengenai proses lima matematika proses; yaitu: sense-making, conjecturing,

meyakinkan, reflecting, dan generalizing. Masuk akal adalah kemampuan untuk membangun skema masalah dan merepresentasikan pengetahuan. Pembuatan akal adalah adaptasi dan proses asosiasi informasi baru yang diperoleh dengan pengetahuan sebelumnya. Proses ini terjadi ketika situasi matematis dipahami dan kemudian dicoba untuk dikomunikasikan dalam simbol-simbol matematis atau bahasa.

Conjecturing memiliki arti memprediksi aktivitas teoritis dan berdasarkan kesimpulan fakta yang tidak lengkap. Produk dari conjecturing dilakukan melalui strategi penyelesaian argumentasi dan mengkomunikasikan aktivitas matematika. Strategi penyelesaian kemudian diimplementasikan melalui sebuah kegiatan yang disebut meyakinkan. Sedangkan refleksi adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengevaluasi kembali ketiga proses tersebut lebih awal. Kelima kemampuan tersebut pada prinsipnya merupakan rangkaian proses kemampuan dalam kaitannya dengan kualitas penalaran matematis.

Seperti dikemukakan Bludjan, kegiatan berargumen dan berkomunikasi secara matematis menjadi inti kualitas penalaran matematis. Pada dasarnya kedua kegiatan ini berkaitan erat dengan Kegiatan mengungkapkan ide atau gagasan dalam membenarkan klaim yang diajukan. Ide atau gagasan bisa muncul dari proses makna

yang berasal dari pengalaman sebelumnya dan pengetahuan sebelumnya.

Lithner memiliki kesamaan pendapat kepada Bludjan dengan mengklasifikasikan dua jenis penalaran berdasarkan kualitasnya, yaitu: imitative penalaran dan penalaran kreatif. Penalaran imitatif semata-mata penalaran berdasarkan pengalaman sebelum dan usaha yang asli. Kegiatan menyalin contoh buku pelajaran atau mengingat Algoritma penalaran matematis tertentu termasuk dalam kategori semacam ini. Penalaran Imitatif adalah dangkal, artinya penalaran hanya didasarkan pada permukaannya saja, berdasarkan ciri-ciri matematis secara mendalam.

Penalaran imitatif terdiri dari dua kategori, yaitu: penalaran hafalan dan penalaran algoritmik. Keduanya dibedakan dari strategi yang digunakan dalam pemecahan penalaran matematis. Karakteristik dari penalaran hafal, pertama, strategi yang dibangun atas jawaban lengkap yang diingat dengan hafalan (memori); kedua, strategi dibangun dengan menuliskan setiap langkah yang telah dihafalkan sebelumnya. Sedangkan ciri-ciri dari penalaran algoritmik, pertama, strategi yang dibangun dengan mengingat suatu algoritme yang menjamin bahwa solusi dapat dicapai dengan benar, kedua, menerapkan strategi yang terdiri dari nontrivial

transformasi atau tindakan mengikuti seperangkat aturan.

Meskipun penalaran algoritmik termasuk imitative penalaran, tetapi dalam kasus tertentu (misalnya saat memecahkan masalah non-rutin), penalaran algoritmik sangat dapat diandalkan, bahkan dengan matematika. Penalaran kreatif adalah penalaran yang didasarkan pada kreativitas, kemampuan untuk menghasilkan karya yang orisinal dan bermakna [9]. Lithner [9] menjelaskan empat karakteristik penalaran kreatif, (1) kebaruan, mengacu pada fakta baru, yaitu tatanan penalaran yang diciptakan atau diciptakan kembali, (2) fleksibilitas, berarti kemampuan untuk menggunakan pendekatan dan adaptasi yang berbeda dari masalah tertentu, (3) masuk akal, berarti ada argumen yang mendukung strategi yang dipilih dan menjelaskan mengapa pengumpulan kesimpulan dari yang benar atau masuk akal, (4) dasar matematika yang kuat, artinya argumen dibangun berdasarkan karakteristik matematika yang mendalam.

F. Literasi Matematika

Literasi merupakan serapan dari bahasa Inggris 'literasi' yang berarti kemampuan membaca dan menulis. Kemampuan membaca dan menulis adalah yang paling dasar kompetensi yang dibutuhkan siswa dalam melaksanakan kesehariannya kegiatan. Tanpa kemampuan

membaca dan menulis, keterampilan komunikasi siswa akan sulit untuk berkembang ke tingkat yang lebih tinggi.

Literasi matematika menurut Zulkardi (2003) diartikan sebagai kemampuan orang untuk membaca, memahami dan menerapkan matematika di kehidupan sehari-hari sebagai kontribusinya untuk menjadi cerdas dan anggota masyarakat yang berbudi luhur. Literasi yang baik akan membuat lebih mudah bagi siswa untuk memecahkan masalah matematika.

Literasi matematika sangat penting untuk memecahkan masalah yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari (Setiawan et al, 2014). Literasi matematika membantu seseorang mengenali peran matematika di dunia dan membuat keputusan dan keputusan yang diperlukan. Sekarang literasi adalah tidak hanya dipahami sebagai kemampuan membaca dan menulis, tetapi juga dipahami sebagai kemampuan menggunakan bacaan hasil untuk keterampilan hidup pembaca, oleh karena itu literasi di konteks literasi menjadi salah satu kebutuhan itu harus dipenuhi dan tidak dapat dipisahkan dari kehidupan sehari-hari - hari.

PISA (OECD 2006) mendefinisikan literasi matematika sebagai “kapasitas individu untuk mengidentifikasi dan memahami peran yang

dimainkan matematika di dunia, untuk membuat kesejahteraan penilaian yang didirikan, dan untuk terlibat dalam matematika dengan cara yang memenuhi kebutuhan kehidupan individu saat ini dan masa depan sebagai konstruktif, peduli dan reflektif warga negara. Definisi ini akan disempurnakan dan diperbarui untuk penilaian tahun 2012. Sedangkan literasi matematika dimaksudkan untuk menonjolkan kemampuan matematika dan pemahaman yang berguna dalam kehidupan mendatang, maksudnya bukan merujuk pada yang sederhana saja matematika terlibat dalam kegiatan langsung seperti belanja: itu juga meliputi persiapan untuk menggunakan matematika dalam profesi teknis tertinggi tingkat.

Konsep literasi matematika terkait erat dengan beberapa konsep lainnya dibahas dalam pendidikan matematika. Yang paling penting adalah pemodelan matematika (terkait dengan matematisasi oleh de Lange, 2006) dan proses komponennya. Ini proses berhubungan dengan merumuskan masalah dunia nyata dalam istilah matematika sehingga mereka dapat diselesaikan sebagai masalah matematika, dan kemudian solusi matematika dapat diinterpretasikan untuk memberikan jawaban atas masalah dunia nyata.

Pada tahap formulasi, pemecah masalah menghadapi masalah yang terletak dalam konteks nyata, dan kemudian secara bertahap

memangkas jauh aspek realitas, mengenali hubungan matematika yang mendasari, dan menjelaskan masalah dipreteli dalam istilah matematika. Pada tahap interpretasi, para Pemecah masalah mempertimbangkan hasil matematika, dan mengungkap maknanya konteks konteks yang sebenarnya. Pemodelan matematika telah menjadi perhatian penting antara pendidik matematika selama bertahun-tahun, Blum, Galbraith, Henn & Niss, (2007). Di mana pemodelan matematika diajarkan secara serius, siswa menghabiskan banyak waktu untuk satu masalah, bergerak melalui seluruh siklus dari merumuskan masalah secara matematis, untuk memecahkannya dalam istilah matematika dan kemudian menginterpretasikan dan mengkritisi solusi. Kritik ini bahkan mungkin menunjukkan kebutuhan untuk memulai lagi dengan model matematika yang lebih baik dirumuskan. Tantangan utama untuk PISA adalah bahwa ia mencakup tujuan pemodelan matematika, namun tidak mungkin mengajukan pertanyaan pemodelan substansial di bawah kendala penilaian waktunya dan menuntut agar hasilnya sesuai dengan analisis statistik standar. Hanya relatif singkat unit yang menyoroti beberapa keterampilan komponen ini dapat digunakan

Kerangka kerja PISA dalam mengukur literasi matematis dibedakan dalam tiga aspek, yaitu

proses, konten, dan konteks (OECD, 2013: 27). Literasi matematis dalam PISA 2012 (OECD, 2013: 30-31) menyebutkan bahwa kemampuan proses melibatkan tujuh hal penting, yaitu: (1) Communication; (2) Mathematizing; (3) Representation; (4) Reasoning and Argument; (5) Devising Strategies for Solving Problems; (6) Using Symbolic, Formal and Technical Language and Operation; (7) Using Mathematics Tools. Aspek konten terbagi menjadi empat kategori yaitu change and relationship, space and, quantity, dan uncertainty and data (OECD, 2013: 33

G. Berpikir Kritis Matematika

Berpikir kritis telah menjadi suatu istilah yang sangat populer dalam dunia pendidikan dalam beberapa tahun terakhir. Para pendidik menjadi lebih tertarik untuk mengajarkan keterampilan berpikir dengan berbagai corak. Berpikir kritis memungkinkan siswa untuk menemukan kebenaran di tengah banjir kejadian dan informasi yang mengelilingi. Kemampuan berpikir kritis menurut Deswani (2009) adalah proses mental untuk menganalisis atau mengevaluasi informasi, dimana informasi tersebut didapatkan dari hasil pengamatan, pengalaman, akal sehat atau komunikasi. Lebih lanjut (Ibrahim, 2007) menjelaskan bahwa kemampuan seseorang untuk dapat berhasil dalam kehidupannya antara lain

ditentukan oleh kemampuan berpikirnya, terutama dalam memecahkan masalah-masalah kehidupan yang dihadapinya. Berpikir kritis adalah salah satu sisi menjadi orang kritis yang mana pikiran harus terbuka, jelas, dan berdasarkan fakta.

Seorang pemikir harus mampu memberi alasan atas pilihan keputusan yang diambilnya dan harus terbuka terhadap perbedaan keputusan dan pendapat orang lain serta sanggup menyimak alasan-alasan mengapa orang lain memiliki pendapat/keputusan yang berbeda. Menurut Ennis (1985) berpikir kritis adalah berpikir secara beralasan dan reflektif dengan menekankan pada pembuatan keputusan tentang apa yang harus dipercayai atau dilakukan.

Seseorang dianggap memiliki kemampuan berpikir kritis apabila sudah memenuhi indikator-indikator. Ada beberapa indikator-indikator menurut para ahli dan dibuktikan oleh beberapa peneliti. Salah satunya menurut Facione (2013) mengungkapkan indikator kecakapan berpikir kritis utama yang terlibat di dalam proses berpikir kritis, yaitu:

1. Interpretasi

Menginterpretasi adalah memahami dan mengekspresikan makna atau signifikansi dari berbagai macam pengalaman, situasi, data, kejadian-kejadian, penilaian, kebiasaan, atau

adat, kepercayaan - kepercayaan, aturan-aturan, prosedur atau kriteria-kriteria.

2. Analisis

Analisis adalah mengidentifikasi hubungan hubungan inferensial yang dimaksud dan aktual pernyataan, pertanyaan, konsep, deskripsi atau bentuk-bentuk representasi lainnya yang dimaksudkan untuk mengekspresikan kepercayaan-kepercayaan, penilaian, pengalaman-pengalaman, alasan-alasan, informasi atau opini-opini.

3. Evaluasi

Evaluasi berarti menaksir kredibilitas pernyataan atau representasi yang merupakan laporan atau deskripsi dari persepsi, pengalaman, situasi, penilaian, kepercayaan atau opini seseorang, dan menaksir kekuatan logis dari hubungan inferensial atau dimaksud diantara pernyataan, deskripsi, pertanyaan, atau bentuk-bentuk representasi lainnya.

4. Inferensi

Inferensi berarti mengidentifikasi dan memperoleh unsur-unsur yang diperlukan untuk membuat kesimpulan-kesimpulan yang masuk akal, membuat dugaan-dugaan dan hipotesis, mempertimbangkan informasi yang relevan dan menyimpulkan konsekuensi dari data, situasi, pertanyaan atau bentuk-bentuk representasi lainnya.

Selain mampu menginterpretasi-kan, menganalisis, mengevaluasi dan membuat inferensi, ada dua lagi kecakapan yang dikemukakan oleh Facione yaitu kecakapan “eksplanasi atau penjelasan” dan “regulasi diri” dimana kedua kecakapan ini berarti menjelaskan apa yang mereka pikir dan bagaimana mereka sampai pada kesimpulan yang telah didapat pada saat inferensi.

Peneliti ini mengacu pada indikator keterampilan berpikir kritis dari Facione (2013). Banyaknya penelitian yang menggunakan indikator Facione menandakan bahwa indikator Facione terbukti dapat digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis. Indikator kemampuan berpikir kritis yang dikembangkan Facione dijabarkan kembali dalam tabel sebagai berikut.

H. Berpikir kreatif matematika

Para ahli memiliki beberapa pendapat untuk mendefinisikan berpikir kreatif atau kreativitas. Santrock (2011) mendefinisikan kreatif sebagai, “*the ability to think about something in novel and unusual ways and come up with unique solutions to problems*”. Hal ini berarti kreativitas merupakan kemampuan untuk memikirkan sesuatu dengan cara-cara yang baru dan tidak biasa serta melahirkan suatu solusi yang unik terhadap masalah-masalah.

Menurut McGregor (2007) kreativitas melibatkan berpikir divergen yang merupakan kemampuan untuk memperoleh ide baru dan asli yang menjadi sesuatu yang tidak biasa. Lebih lanjut McGregor (2007: 169) mengungkapkan bahwa kreativitas adalah kemampuan untuk melihat sesuatu dari cara yang berbeda, melihat masalah dengan cara yang mungkin tidak terpikirkan oleh orang lain, dan mengembangkan solusi yang baru, tunggal, dan efektif.

Pehkonen (1997: 65) mengungkapkan bahwa berpikir kreatif didefinisikan sebagai kombinasi dari berpikir logis dan berpikir divergen yang didasarkan pada intuisi namun memiliki tujuan sadar. Contoh dari tujuan sadar yang dimaksud adalah tujuan dalam menyelesaikan suatu masalah. Berpikir logis dan berpikir divergen digunakan secara bergantian dalam proses berpikir kreatif. Sejalan dengan Pehkonen, Munandar (1985) mengatakan bahwa berpikir kreatif atau berpikir divergen adalah kemampuan untuk memberikan macam-macam kemungkinan jawaban terhadap suatu masalah dengan penekanan pada kuantitas, ketepatangunaan, dan keragaman jawaban.

Munandar (1985: 50) juga menjelaskan bahwa berpikir kreatif dapat dirumuskan sebagai fluency (kelancaran), flexibility (fleksibilitas), originality (orisinalitas), dan elaboration (merinci) suatu

gagasan. Ciri-ciri fluency diantaranya adalah 1) mencetuskan banyak ide, banyak jawaban, banyak penyelesaian masalah, banyak pertanyaan dengan lancar; 2) memberikan banyak cara atau saran untuk melakukan berbagai hal; 3) selalu memikirkan lebih dari satu jawaban.

Ciri-ciri flexibility diantaranya adalah 1) menghasilkan gagasan, jawaban atau pertanyaan yang bervariasi, dapat melihat suatu masalah dari sudut pandang yang berbeda-beda; 2) mencari banyak alternatif atau arah yang berbeda-beda; 3) mampu mengubah cara pendekatan atau cara pemikiran. Ciri-ciri originality diantaranya adalah 1) mampu melahirkan ungkapan yang baru dan unik; 2) memikirkan cara yang tidak lazim untuk mengungkapkan diri; 3) mampu membuat kombinasi-kombinas yang tidak lazim dari bagian-bagian atau unsur-unsur. Ciri-ciri elaboration diantaranya adalah 1) mampu memperkaya dan mengembangkan suatu gagasan atau produk; 2) menambah atau memperinci detail-detail atau menguraikan secara runtut dari suatu objek, gagasan, atau situasi sehingga menjadi lebih menarik.

Torrance menggunakan tiga aspek untuk mengukur kemampuan berpikir kreatif, yaitu fluency, flexibility, dan originality. Fluency atau kelancaran mengacu pada banyaknya respon yang dapat diterima. Flexibility atau keluwesan

mengacu pada banyaknya respon yang berbeda tipe. Originality atau keaslian mengacu pada seberapa sering respon dihasilkan dalam suatu kelompok. Sejalan dengan Haylock, Silver (1997:76) menjelaskan bahwa kemampuan berpikir kreatif dapat diukur dengan fluency, flexibility, dan novelty (kebaruan). Kemampuan berpikir kreatif dapat dikembangkan melalui pembelajaran di sekolah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dari Dyers, et al, Innovators DNA, Harvard Business Review (Permendikbud RI, 2013: 56) mendukung pernyataan Wegerif dan Dawes bahwa kreatifitas dapat dikembangkan dan dipelajari dengan cara observing (mengamati), questioning (menanya), associating (menalar), experimenting (mencoba), networking (membentuk jejaring).yaitu: Menurut Santrock (2011: 311), ada 5 langkah dalam berproses kreatif, 1. Preparation. Berikan masalah yang menarik bagi siswa dan merangsang rasa ingin tahu siswa. 2. Incubation. Beri waktu kepada siswa untuk memikirkan masalah tersebut dan biarkan (bantu) siswa untuk membuat koneksi yang tidak biasa dalam pemikiran mereka. 3. Insight. Momen saat semua potongan teka-teki terlihat hubungannya dan cocok. 4. Evaluation. Siswa menentukan ide mana yang memiliki nilai dan merupakan sesuatu yang baru. 5. Elaboration. Siswa mengelaborasi idenya. Tahap terakhir ini biasanya membutuhkan waktu lebih lama.

McGregor (2007: 189) memberikan strategi pedagogik yang dapat dilakukan di kelas untuk mendukung berpikir kreatif, yaitu:

1. Providing more open learning or problem solving opportunities
2. More open-ended questioning
3. Expecting varied solutions
4. Allowing more time for incubation of ideas
5. Celebrating differentiated outcomes
6. Encouraging more extension and exploration of initial ideas
7. Using open questioning more supportively

Menurut Silver (1997) Aspek fluency dapat dikembangkan melalui masalah ill-structured. Sejalan dengan pendapat Silver, Ho (2004: 102) yang mengatakan dengan adanya masalah yang ill-structured, siswa dituntut untuk aktif menggunakan kemampuan berpikir kreatifnya dalam menyelesaikan masalah. Silver (1997: 78) menambahkan tipe masalah yang dapat digunakan untuk mengembangkan berpikir kreatif adalah problem solving dan problem posing.

Dalam problem solving, aspek fluency dapat dikembangkan dengan cara memberikan masalah terbuka dengan berbagai interpretasi, solusi, atau jawaban. Aspek flexibility dapat dikembangkan dengan cara menyelesaikan masalah dengan beberapa cara, siswa juga dapat berdiskusi

dengan teman-temannya untuk bertukar pikiran dalam menyelesaikan masalah. Aspek novelty atau kebaruan dapat dikembangkan dengan memeriksa berbagai metode atau jawaban kemudian menghasilkan metode atau jawaban yang berbeda. Sedangkan dalam problem posing, aspek fluency dapat dikembangkan dengan cara menghasilkan banyak masalah untuk diselesaikan, siswa juga dapat berbagi masalah yang telah dibuat dengan teman-temannya. Aspek flexibility dapat dikembangkan melalui menyelesaikan masalah yang telah diajukan dengan cara yang berbeda, siswa dapat mengajukan pertanyaan “Bagaimana-jika-tidak?”. Aspek Novelty atau kebaruan dapat dikembangkan dengan memeriksa beberapa masalah yang telah diajukan kemudian mengajukan masalah yang berbeda. Haylock (1997: 72) memberikan tiga kriteria tugas untuk mengembangkan berpikir kreatif, yaitu problem solving, problem posing, dan redefinition. Pada kriteria problem solving, siswa diberi suatu masalah yang memiliki banyak cara untuk menyelesaikannya atau memiliki banyak jawaban yang berbeda. Pada kriteria problem posing, siswa diminta untuk membuat berbagai pertanyaan yang mungkin dan dapat di jawab dari situasi yang diberikan. Pada kriteria redefinition, siswa diminta mendefinisikan kembali secara



berulang elemen dari suatu situasi dalam sifat matematika.

KISI-KISI KEMAMPUAN MATEMATIKA

A. Kisi-kisi Pemecahan Masalah

Aspek	Penilaian	Skor
Memahami Masalah	Siswa tidak menuliskan hal-hal yang diketahui dan ditanyakan	0
	Siswa menuliskan hal-hal yang diketahui dan ditanyakan, tetapi salah	1
	Siswa menuliskan hal-hal yang diketahui dan ditanyakan tidak lengkap	2
	Siswa menuliskan hal-hal yang diketahui dan ditanyakan secara lengkap dan benar	3
Membuat Rencana untuk Menyelesaikan Masalah	Siswa tidak membuat rencana penyelesaian	0
	Siswa membuat rencana penyelesaian tetapi mengarah pada jawaban yang salah	1
	Siswa membuat rencana penyelesaian yang mengarah pada jawaban yang benar tetapi tidak lengkap	2
	Siswa membuat rencana penyelesaian yang benar dan lengkap	3

Aspek	Penilaian	Skor
	penyelesaian secara lengkap dan mengarah pada jawaban yang benar	
Menyelesaikan Masalah sesuai Rencana	Siswa tidak menuliskan penyelesaian	0
	Siswa menulis penyelesaian tetapi prosedur tidak jelas	1
	Siswa menulis prosedur penyelesaian yang mengarah pada jawaban benar tetapi salah dalam penyelesaian	2
	Siswa menulis prosedur yang benar dan memperoleh hasil benar	3
Memeriksa Kembali Proses dan Hasil pada Bagian Akhir	Siswa tidak menuliskan penyelesaian soal/masalah/pertanyaan	0
	Siswa dapat menyelesaikan soal/masalah/pertanyaan tetapi kurang tepat	1
	Siswa menyelesaikan soal/masalah/pertanyaan hampir lengkap	2
	Siswa menuliskan penyelesaian dari soal/masalah/pertanyaan secara lengkap dan benar	3

B. Kisi-kisi Komunikasi Matematika

Aspek	Penilaian	Skor
Menghubungkan benda, gambar dan cerita ke dalam ide matematika	Siswa tidak menuliskan jawaban.	0
	Siswa hanya menuliskan diketahui.	1
	Siswa hanya menuliskan diketahui dan ditanya.	2
	Siswa hanya dapat menuliskan diketahui, ditanya, dan rumus yang benar.	3
	Siswa menjawab menggunakan diketahui, tanya, jawab menggunakan rumus dan menuliskan jawaban dengan benar.	4
Menyatakan ide matematika dengan menggambar arkanya dalam bentuk visual.	Siswa tidak bisa menuliskan jawaban.	0
	Siswa menggambar tidak sesuai dengan petunjuk soal.	1
	Siswa hanya dapat menggambar dan menulis keterangan dengan salah.	2
	Siswa hanya dapat menggambar dan menulis keterangan dengan benar dan menjawab dengan salah.	3
	Siswa dapat menggambar, menuliskan keterangan, dan menjawab dengan benar.	4
Menggunakan bahasa matematika dalam	Siswa tidak bisa menuliskan jawaban.	0
	Siswa menggunakan bahasa matematika (istilah, simbol, dan satuan) yang belum benar.	1

Aspek	Penilaian	Skor
menyelesaikan masalah.	Siswa menggunakan bahasa matematika (istilah, simbol, dan satuan) yang minimal efektif dan akurat, untuk menggambarkan operasi, konsep, dan proses penyelesaian.	2
	Siswa menggunakan bahasa matematika (istilah, simbol, dan satuan) yang sebagian efektif, akurat dan menyeluruh untuk menggambarkan operasi, konsep dan proses penyelesaian.	3
	Siswa menggunakan bahasa matematika (istilah, simbol,dan satuan) yang sangat efektif, akurat, dan menyeluruh, untuk menggambarkan operasi, konsep, dan proses penyelesaian.	4
Mengkomunikasikan matematika secara koheren (tersusun secara logis) jelas, danurut.	Siswa tidak bisa menulis jawaban.	0
	Siswa hanya dapat menulis satu dari keempat kriteria (diketahui, ditanya, jawab, dan kesimpulan) dengan benar.	1
	Siswa hanya dapat menuliskan dua dari keempat kriteria (diketahui, ditanya, jawab, dan kesimpulan) dengan benar danurut.	2
	Siswa hanya dapat menuliskan tiga kriteria dari keempat kriteria (diketahui, ditanya, jawab dan kesimpulan) dengan benar danurut.	3
	Siswa dapat menuliskan diketahui, ditanya, jawaban dan kesimpulan dengan benar danurut.	4

Aspek	Penilaian	Skor
Mengatur dan menggabungkan pemikiran, ide, atau konsep matematika dalam menyelesaikan masalah.	Siswa tidak menulis jawaban.	0
	Siswa menjawab dengan jawaban yang salah	1
	Siswa hanya bisa menggunakan satu rumus.	2
	Siswa dapat menggabungkan ide matematika menggunakan 2 rumus atau lebih dan menuliskan jawaban dengan salah.	3
	Siswa dapat menggabungkan ide matematika menggunakan 2 rumus atau lebih dan menuliskan jawaban dengan benar.	4

C. Kisi-kisi Koneksi Matematika

Aspek	Penilaian	Skor
Koneksi antar topik dalam matematika: Menggunakan keterkaitan konsep/ prinsip antar topik dalam matematika untuk menyelesaikan masalah.	Sama sekali tidak mengetahui keterkaitan konsep yang dimaksud.	0
	Mengetahui keterkaitan konsep yang mendasari jawaban tetapi kurang tepat dalam menggunakannya.	1
	Menggunakan keterkaitan konsep yang dimaksud dalam penyelesaian tetapi sebagian besar belum tepat	2
	Menggunakan keterkaitan konsep yang dimaksud dalam	3

Aspek	Penilaian	Skor
	penyelesaian dan sebagian besar sudah tepat	
	Menggunakan keterkaitan konsep yang dimaksudkan dalam soal dengan tepat hingga menemukan penyelesaiannya.	4
Koneksi antara matematika dengan disiplin ilmu lain: Menggunakan hubungan antara ide matematika dengan konsep/ prinsip dalam disiplin ilmu lain untuk menyelesaikan soal aplikasi matematika.	Sama sekali tidak mengetahui keterkaitan konsep yang dimaksud.	0
	Mengetahui keterkaitan konsep yang mendasari jawaban tetapi kurang tepat dalam menggunakannya.	1

Aspek		Penilaian	Skor
		Menggunakan keterkaitan konsep yang dimaksud dalam penyelesaian tetapi sebagian besar belum tepat	2
		Menggunakan keterkaitan konsep yang dimaksud dalam penyelesaian dan sebagian besar sudah tepat	3
		Menggunakan keterkaitan konsep yang dimaksudkan dalam soal dengan tepat hingga menemukan penyelesaiannya	4
Koneksi antara matematika dengan	Membuat model Matematika berdasarkan	Sama sekali tidak membuat model matematika	0

Aspek		Penilaian	Skor
kehidupan sehari-hari	permasalahan nyata	Model matematika yang dibuat tidak sesuai dengan permasalahan	1
		Model matematika yang dibuat sudah merepresentasikan masalah tetapi sebagian besar belum tepat	2
		Model matematika yang dibuat sudah merepresentasikan masalah dan sebagian besar sudah tepat	3
		Model matematika yang dibuat sudah merepresentasikan masalah	4

Aspek		Penilaian	Skor
		dengan tepat	
	Membuat sketsa atau gambar untuk memperjelas permasalahan	Sama sekali tidak membuat sketsa/gambar	0
		Sketsa/gambar yang dibuat tidak sesuai dengan maksud soal	1
		Sketsa/gambar yang dibuat sebagian besar belum sesuai dengan maksud soal	2
		Sketsa/gambar yang dibuat sebagian besar sudah sesuai dengan maksud soal	3
		Sketsa/gambar yang dibuat seluruhnya sesuai dengan maksud soal	4
	Menggunakan konsep/	Sama sekali tidak dapat	0

Aspek		Penilaian	Skor
	prinsip dalam matematika untuk menyelesaikan permasalahan hingga memperoleh kesimpulan	menyelesaikan permasalahan	
		Menyelesaikan permasalahan tetapi tidak sesuai dengan konsep yang dimaksud	1
		Menyelesaikan permasalahan menggunakan konsep yang dimaksudkan dalam soal tetapi sebagian besar belum tepat	2
		Menyelesaikan permasalahan menggunakan konsep yang dimaksudkan dalam soal dan sebagian besar sudah tepat	3
		Menyelesaikan permasalahan dengan tepat menggunakan	4

Aspek		Penilaian	Sko r
		konsep yang sesuai hingga memperoleh kesimpulan yang tepat.	

D. Kisi-kisi Penalaran Matematika

Aspek	Penilaian	Skor
Memberikan Alasan atau Bukti Terhadap Kebenaran Solusi	Tidak Memberikan alasan atau bukti terhadap kebenaran suatu konsep dengan benar atau tidak merespon sama sekali	0
	Alasan atau bukti terhadap kebenaran suatu konsep tidak benar tetapi jawaban masih memuat argumen yang bisa diterima	1
	Memberikan alasan atau bukti terhadap kebenaran suatu konsep dengan benar tetapi ada kesalahan yang signifikan	2
	Memberikan alasan atau bukti terhadap kebenaran suatu konsep dengan benar tetapi memuat kesalahan yang tidak signifikan	3
	Memberikan alasan atau bukti terhadap kebenaran suatu konsep dengan benar dan lengkap	4
Manipulasi	Tidak mampu melakukan manipulasi matematis untuk	0

Aspek	Penilaian	Skor
Matematis	memperoleh jawaban dari persoalan dengan benar atau tidak merespon sama sekali	
	Tidak mampu melakukan manipulasi matematis untuk memperoleh jawaban dari persoalan dengan benar tetapi jawaban masih memuat argumen yang bisa diterima	1
	Mampu melakukan manipulasi matematis untuk memperoleh jawaban dari persoalan dengan benar tetapi ada kesalahan yang signifikan	2
	Mampu melakukan manipulasi matematis untuk memperoleh jawaban dari persoalan dengan benar tetapi memuat kesalahan yang tidak signifikan	3
	Mampu melakukan manipulasi matematis untuk memperoleh jawaban dari persoalan dengan benar dan lengkap	4
Mengajukan Dugaan	Tidak mampu mengajukan berbagai dugaan untuk memperoleh jawaban dari	0

Aspek	Penilaian	Skor
	persoalan dengan benar atau tidak merespon sama sekali	
	Tidak mampu mengajukan berbagai dugaan untuk memperoleh jawaban dari persoalan dengan benar tetapi jawaban masih memuat argumen yang bisa diterima	1
	Mampu mengajukan berbagai dugaan untuk memperoleh jawaban dari persoalan dengan benar tetapi ada kesalahan yang signifikan	2
	Mampu mengajukan berbagai dugaan untuk memperoleh jawaban dari persoalan dengan benar tetapi memuat kesalahan yang tidak signifikan	3
	Mampu mengajukan berbagai dugaan untuk memperoleh jawaban dari persoalan dengan benar dan lengkap	4
Menarik Kesimpulan dari Pernyataan	Tidak mampu menarik kesimpulan dari pernyataan dengan benar atau tidak merespon sama sekali	0

Aspek	Penilaian	Skor
	Tidak mampu menarik kesimpulan dari pernyataan dengan benar tetapi jawaban masih memuat argumen yang bisa diterima	1
	Mampu menarik kesimpulan dari pernyataan dengan benar tetapi ada kesalahan yang signifikan	2
	Mampu menarik kesimpulan dari pernyataan dengan benar tetapi memuat kesalahan yang tidak signifikan	3
	Mampu menarik kesimpulan dari pernyataan dengan benar dan lengkap	4

E. Kisi-kisi Literasi Matematika

Aspek	Penilaian	Skor
Siswa dapat menggunakan pengetahuan (konsep, fakta dan prosedur) untuk menyelesaikan soal kontekstual yang konteknya umum	Tidak ada jawaban	0
	Menggunakan pengetahuan untuk menyelesaikan soal tetapi belum benar	1
	Menggunakan pengetahuan untuk menyelesaikan soal dengan sebagian benar	2
	Menggunakan pengetahuan untuk menyelesaikan soal dengan benar.	3
Siswa dapat menginterpretasikan masalah dan menyelesaikan dengan rumus	Tidak ada jawaban	0
	Menginterpretasikan masalah dan menggunakan rumus yang disajikan tetapi belum benar	1
	Menginterpretasikan masalah dan	2

Aspek	Penilaian	Skor
	menggunakan rumus yang disajikan dengan sebagian benar	
	Menginterpretasikan masalah dan menggunakan rumus yang disajikan dengan benar.	3
Siswa dapat menggunakan prosedur dengan baik dalam penyelesaian soal dan mampu memilih strategi dalam penyelesaian masalah pada soal.	Tidak ada jawaban	0
	Menuliskan langkah-langkah dan menggunakan strategi dalam menyelesaikan soal tetapi belum benar	1
	Menuliskan langkah-langkah dan menggunakan strategi dalam menyelesaikan soal dengan sebagian benar	2
	Menuliskan langkah-langkah dan menggunakan strategi	3

Aspek	Penilaian	Skor
	dalam menyelesaikan soal dengan benar.	
Siswa dapat bekerja secara efektif dengan model dan dapat memilih serta mengintegrasikan representasi yang berbeda kemudian menghubungkan suatu masalah dengan kehidupan sehari-hari	Tidak ada jawaban	0
	Menggunakan model dan penjelasan dalam menyelesaikan soal tetapi belum benar	1
	Menggunakan model dan penjelasan dalam menyelesaikan soal dengan sebagian benar	2
	Menggunakan model dan penjelasan dalam menyelesaikan soal dengan benar	3
Siswa dapat bekerja dengan model untuk situasi yang kompleks serta dapat menyelesaikan permasalahan yang	Tidak ada jawaban	0
	Belum menggunakan model untuk menyelesaikan situasi yang kompleks dan soal yang rumit.	1

Aspek	Penilaian	Skor
rumit	Menggunakan model untuk menyelesaikan situasi yang kompleks dan soal yang rumit dengan sebagian benar.	2
	Menggunakan model untuk menyelesaikan situasi yang kompleks dan soal yang rumit dengan benar.	3
Siswa menggunakan penalaran dalam penyelesaian suatu permasalahan matematis, membuat generalisasi, merumuskan kemudian komunikasikan seluruh hasil temuannya	Tidak ada jawaban	0
	Belum menggunakan penalaran dalam menyelesaikan masalah pada soal.	1
	Menggunakan penalaran dalam menyelesaikan masalah pada soal dengan sebagian benar	2
	Menggunakan penalaran dalam menyelesaikan masalah pada soal dengan benar	3

F. Kisi-kisi Berpikir Kritis

Aspek	Penilaian	Skor
Interpretasi (Memahami masalah yang ditunjukkan dengan menulis diketahui maupun yang ditanyakan soal dengan tepat)	Tidak menulis yang diketahui dan yang ditanyakan	0
	Menulis yang diketahui dan yang ditanyakan dengan tidak tepat	1
	Menuliskan yang diketahui saja dengan tepat atau yang ditanyakan saja yang tepat	2
	Menulis yang diketahui dan ditanyakan dari soal dengan tepat tetapi kurang lengkap	3
	Menulis yang diketahui dan ditanyakan dari soal dengan tepat dan lengkap	4
Analisis (Mengidentifikasi hubungan-hubungan antara pernyataan-pernyataan, pertanyaan-pertanyaan, dan konsep-konsep yang diberikan dalam soal)	Tidak membuat model matematika dari soal yang diberikan	0
	Membuat model matematika dari soal yang diberikan dengan tidak tepat	1
	Membuat model matematika dari soal yang diberikan	2

Aspek	Penilaian	Skor
yang ditunjukkan dengan membuat model matematika dengan tepat dan memberi penjelasan dengan tepat.)	dengan tepat tanpa memberi penjelasan	
	Membuat model matematika dari soal yang diberikan dengan tepat tetapi ada kesalahan dalam penjelasan	3
	Membuat model matematika dari soal yang diberikan dengan tepat dan memberi penjelasan yang benar dan lengkap	4
Evaluasi (Menggunakan strategi yang tepat dalam menyelesaikan soal, lengkap dan benar dalam melakukan perhitungan.)	Tidak menggunakan strategi dalam menyelesaikan soal	0
	Menggunakan strategi yang tidak tepat dan tidak lengkap dalam menyelesaikan soal	1
	Menggunakan strategi yang tepat dalam menyelesaikan soal, tetapi tidak lengkap atau menggunakan strategi yang tidak tepat tetapi lengkap dalam menyelesaikan soal	2
	Menggunakan strategi yang tepat dalam menyelesaikan	3

Aspek	Penilaian	Skor
	soal, lengkap tetapi melakukan kesalahan dalam perhitungan dan penjelasan	
	Menggunakan strategi yang tepat dalam menyelesaikan soal, lengkap dan benar dalam melakukan perhitungan/penjelasan	4
Inferensi (Membuat kesimpulan dengan tepat.)	Tidak membuat kesimpulan	0
	Membuat kesimpulan yang tidak tepat dan tidak sesuai konteks soal	1
	Membuat kesimpulan yang tidak tepat meskipun disesuaikan dengan konteks soal	2
	Membuat kesimpulan dengan tepat, sesuai dengan konteks soal tetapi tidak lengkap	3
	Membuat kesimpulan dengan tepat, sesuai dengan konteks soal dan lengkap	4

G. Kisi-kisi Berpikir Kreatif

Aspek	Penilaian	Skor
<i>Fluency</i> / kelancaran (Menyelesaikan soal yang berkaitan dengan suatu konsep dengan mudah)	Tidak menjawab sama sekali	0
	Memenuhi 1 poin dari 3 poin	1
	Memenuhi 2 poin dari 3 poin	2
	Memenuhi 3 poin yaitu: - menuliskan apa yang diketahui dengan benar. - menuliskan apa yang ditanyakan dengan benar. menggunakan cara/konsep dan hasilnya benar.	3
<i>Flexibility</i> /keluwesan (menggunakan beragam cara/ membuat beragam jawaban dalam menyelesaikan masalah)	Tidak menjawab sama sekali	0
	menyelesaikan masalah dengan 1 cara atau lebih dengan benar	1
	menyelesaikan masalah	2

Aspek	Penilaian	Skor
	dengan 2 cara atau lebih dengan benar	
	menyelesaikan masalah dengan 3 cara atau lebih dengan benar	3
<i>Originality/Keaslian</i> (Menyelesaikan permasalahan dengan cara baru atau unik)	Tidak menjawab sama sekali	0
	Jika terdapat kurang dari 10% siswa menggunakan cara tertentu.	1
	Jika terdapat 10-20% siswa menggunakan cara tertentu.	2
	Jika terdapat lebih dari 20% siswa menggunakan cara tertentu.	3
<i>Elaboration/Rinci</i> (Menyelesaikan persoalan matematika dengan langkah yang lengkap, dan runtut)	Tidak menjawab sama sekali	0
	Memenuhi 1 poin dari 3 poin	1
	Memenuhi 2 poin dari 3 poin	2
	Memenuhi 3 poin yaitu:	3

Aspek	Penilaian	Skor
	<ul style="list-style-type: none"> - Jika menuliskan informasi dan yang ditanyakan soal dengan lengkap dan benar - Jika menuliskan cara/langkah yang sesuai dengan kaidah matematika secara urut dan lengkap. - Jika menuliskan kesimpulan dengan benar 	

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, L. W. (2008). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing*. Shanghai: East China Normal University Press.
- Ausubel, D., Novak, J., and Hanesian, H. (1978). *Educational Psychology: A Cognitive View*, 2nd Edn. New York, NY: Holt, Rinehart & Winston.
- Bahr, D. L., & DeGarcia, L. A. (2008). *Elementary mathematics is anything but elementary: Content and methods from a developmental perspective*. Belmont, CA: Cengage Learning.
- Bartlett, F.C. (1932). *Remembering*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bishop, J. P. (2012). She's always been the smart one. I've always been the dumb one: Identities in the mathematics classroom. *Journal for Research in Mathematics Education*, 43(1), 34-74.
- Buxton, L. (1978). Four levels of understanding. *Math. Sch.* 7, 36–38.
- Cao, C. H., and Cai, J. F. (1989). *Introduction to Mathematics Pedagogy*. Nanjing: Jiangsu Education Publishing House.

- Cai, J. F., and Ding, M. X. (2015). On mathematical understanding: perspectives of experienced Chinese mathematics teachers. *J. Math. Teach. Educ.* 20, 1–25.
- Chen, Q., and Weng, K. Q. (2003). On understanding learning in mathematics learning. *J. Math. Educ.* 12, 12–17.
- Davis, R. B. (1992). Understanding of “Understanding”. *J. Math. Behav.* 11, 225–242.
- Deswani. (2009). *Proses Keperawatan dan Berpikir Kritis*. Jakarta: Salemba Medika
- de Lange, J. (2006). *Mathematical literacy for living from OECD-PISA perspective*. <http://beteronderwijsnederland.net/files/active/0/De%20Lange%20ML%202006.pdf>
- Ennis. (1985). *A Logical Basis for Measuring Critical Thinking Skills*. Association for Supervision and Curriculum Development.
- Ezrailson, C., Kamon, T., Loving, C. C., & McIntyre, P. M. (2006). Teaching through interactive engagement: Communication is experience. *School Science and Mathematics*, 106(7), 278-279.

- Facione. (2013). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. Measured Reasons and The California Academic Press, Millbrae, CA.
- Freeman, B., Higgins, K. N., & Horney, M. (2016). How students communicate mathematical ideas: An examination of multimodal writing using digital technologies. *Contemporary Educational Technology*, 7(4), 281-313
- Gay, A. S. (2008). Helping teachers connect vocabulary and conceptual understanding. *Mathematics Teacher*, 102(3), 218-223.
- Greeno, J., and Riley, M. (1987). "Processes and development of understanding," in *Metacognition, Motivation, and Understanding*, eds R. E. Weinert and R. H. Kluwe (Hillsdale, MI: Lawrence Erlbaum Associates).
- Haylock, D. (1997). Recognizing mathematical creativity in school children. *Zentralblattfur Didaktik der Mathematik*, 29, 63-67.
- Hendriana, H., dan Soemarmo, U. 2019. *Penilaian Pembelajaran Matematika*. Bandung: PT Refika Aditama.
- Hendriana, H., Slamet, U. R., & Sumarmo, U. (2014). Mathematical connection ability and selfconfidence (An experiment on junior high school students through contextual teaching and learning with mathematical

manipulative). *International Journal of Education*, 8(1), 1-11.

Herscovics, N., and Bergeron, J. C. (1983). Models of understanding. *Zentralbl. Didaktik Math. Jahrgang 15*, 75–83.

Hiebert, J., and Carpenter, T. P. (1992). "Learning and teaching with understanding," in *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, ed. D. A. Grouws (New York, NY: Macmillan Publishing Company).

Hirschfeld-Cotton, K. (2008). Mathematical communication, conceptual understanding, and students' attitudes toward mathematics. *Action Research Projects. 4*. Retrieved from <http://digitalcommons.unl.edu/mathmidactionresearch/4>.

Jansen, A. (2006). Seventh graders' motivations for participating in two discussion-oriented mathematics classrooms. *Elementary School Journal*, 106(5), 409-428.

Kabasakalian, R. (2007). Language and thought in mathematics staff development: A problem probing protocol. *Teachers College Record*, 109(4), 1-21.

- Li, S. Q., and Wu, Y. K. (2011). *Mathematical Education Psychology*. Shanghai: East China Normal University Press.
- Linto, R. L. (2012). Kemampuan koneksi matematis dan metode pembelajaran quantum teaching dengan peta pikiran. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(1), 83-87.
- Manouchehri, A. (2007). Inquiry-discourse: Mathematics instruction. *Math. Teac.*, 101(4), 290-300.
- Manouchehri, A., & St. John, D. (2006). From classroom discussions to group discourse. *Mathematics Teacher*, 99(8), 544-551.
- Mao, Y. Z., Zhang, R., and Li, M. S. (2015). Investigation and research on pre-service teachers' understanding of set concept. *J. Sci. Technol. Educ.* 13, 158-160.
- Martin, L. C. (2008). Folding back and the dynamical growth of mathematical understanding: elaborating the Pirie-Kieren theory. *J. Math. Behav.* 27, 64-85.
- Mayer, R. (1989). Models for understanding. *Rev. Educ. Res.* 59, 43-64.
- McGregor, D. (2007). *Thinking; Developing Learning. A Guide to Thinking Skills in*

Education. Berkshire, England: Open University Press.

Munandar, U. (1985). *Mengembangkan bakat dan kreativitas anak sekolah*. Jakarta: Gramedia.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

OECD (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. OECD.

Pasnak, R., Schmerold, K. L., Robinson, M. F., Gadzichowski, K. M., Bock, A. M., Brien, S. E., et al. (2016). Understanding number sequences leads to understanding mathematics concepts. *Educ. Res.* 109, 640–646.

Pehkonen, E. (1997). The state-of art in mathematical creativity. *Zentralblattfur Didaktik der Mathematik*, 29, 63-67.

Pirie, S. E. B., and Kieren, T. E. (1994). Growth in mathematical understanding: how can we characterize it and how can we represent it? *Educ. Stud. Math.* 26, 165–190

- Pourdavood, R. G., & Wachira, P. (2015). Importance of mathematical communication and discourse in secondary classrooms. *Global J. of Sci. Frontier Res.: F Math. and Decision Sciences*, 15(10).
- Rickard, A. (2005). Constant perimeter, varying area: A case study of teaching and learning mathematics to design a fish rack. *Journal of American Indian Education*, 44(3), 80-100.
- Rohmah, I.I.T (2017). Classroom interaction in English language class for students of economics education. *Arab World English Journal*, 8(2), 192-207.
- Santrock, J.W. (2011). *Educational psychology*. New York: McGraw Hill Companies.
- Setiawan, H., Dafik & Lestari, N.D.S. 2014. Soal Matematika dalam PISA Kaitannya dengan Literasi Matematika dan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. In Prosiding Seminar Nasional Matematika. Universitas Jember.
- Schwols, A., & Dempsey, K. (2012). Making connections: Mathematical practices, assessment, and instruction. Presentation at the North Dakota Curriculum Initiative, Bismarck, ND.
- Shao, R. Z. (1997). *Educational Psychology*. Shanghai: Shanghai Education Press.

- Silver, E.A. (1994). On mathematical problem posing. *Journal For The Learning of Mathematics*, 14, 19-28.
- Simmons, P. R. (1988). Patterns of misunderstanding: an integrative model for science, math, and programming. *Rev. Educ. Res.* 58, 303–326.
- Siregar, N. D., & Surya, E. (2017). Analysis of students' junior high school mathematical connection ability. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 33(2), 309320.
- Skemp, R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Math. Teach.* 77, 20–26.
- Small, M. (2013). *Making math meaningful to Canadian students, K-8*. Toronto: Nelson Education.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). 2013. PISA 2012 Assesment and Analytical Framework, Paris: PISA, OECD Publishing.
- Yu, X. H., and Yang, Z. (2005). Hierarchy of mathematical understanding and its teaching significance. *J. Math. Educ.* 14, 23–25.

- Zhang, N. D., and Guo, B. X. (2007). *Zhang Naida's Mathematics Education from Thinking to Culture*. Jinan: Shandong Education Publishing House.
- Zheng, Y. X. (2001). *Mathematics Education: From Theory to Practice*. Shanghai: Shanghai Education Press.
- Wang, A. Z. (2004). Exploration of mathematical understanding and understanding obstacles. *J. Guangdong Inst. Educ.* 24, 27–30.
- Wang, G. M. (2006). *Probability Theory of Mathematics Teaching (Practice)*. Tianjin: Xinlei Publishing House.
- Wang, R. L., Ma, T. T., and Zhang, H. Y. (2012). Promoting students' mathematical understanding in diversified representation and discussions. *J. Educ. Pract. Res.* 34, 46–48.
- Wiggins, G. P., and McTighe, J. (2005). *Understanding by Design*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Williams, M. M., & Casa, T. M. (2012). Connecting class talk with individual student writing. *The National Council of Teachers of Mathematics*, 18(5), 314-321.



Zulkardi. 2003. "Pendidikan Matematika di Indonesia: Beberapa Permasalahan dan Upaya Penyelesaiannya." Palembang: Unsri.

Kemampuan Berpikir

dalam Pembelajaran Matematika



Mukti Sintawati merupakan dosen Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar di Universitas Ahmad Dahlan. Lahir di Bantul pada Tanggal 23 Oktober 1989. Menamatkan pendidikan Sekolah Dasar di SD Muhammadiyah Bodon pada tahun 2001, Sekolah Menengah Pertama di SMP Muhammadiyah 2 Yogyakarta pada tahun 2004, Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 5 Yogyakarta pada tahun 2007. Pendidikan Sarjananya di tempuh di prodi Matematika Universitas Yogyakarta dan lulus tahun 2011. Pada tahun 2012 melanjutkan S2 di prodi Pendidikan Matematika Pascasarjana Universitas Yogyakarta, lulus pada tahun 2015.



Asih Mardati merupakan dosen Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar di Universitas Ahmad Dahlan. Lahir di Sungailiat pada Tanggal 25 Agustus 1989. Menamatkan pendidikan Sekolah Dasar di SD Pandanpuro 1 pada tahun 2001, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 2 Pakem pada tahun 2004, Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri Pakem pada tahun 2007. Pendidikan Sarjananya di tempuh di prodi Pendidikan Matematika Universitas Yogyakarta dan lulus tahun 2012. Pada tahun 2012 melanjutkan S2 di prodi Pendidikan Dasar Pascasarjana Universitas Yogyakarta, lulus pada tahun 2014.

