

SURAT TUGAS

Nomor: 102/SPs/TU/2026

Pimpinan Sekolah Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA memberikan tugas kepada:

Nama : **Dr. Khoerul Umam, M.Pd.**

Tugas : Menjadi **Penulis** Modul Psikologi Pembelajaran Matematika.

Waktu : Juli 2026

Catatan : Setelah melaksanakan tugas diharapkan membuat laporan secara tertulis kepada yang memberi tugas

Demikian surat tugas ini diberikan untuk dilaksanakan sebaik-baiknya sebagai amanah dan ibadah kepada Allah Subhanahu Wata'ala.

Jakarta, 15 Ramadan 1447 H
5 Maret 2026 M

a.n. Direktur
Sekretaris Bidang II,



Dr. Hj. Ihsana El Khuluqo, M.Pd.

Tembusan Yth.:

Direktur SPs UHAMKA (sebagai laporan)

Visi : Sekolah Pascasarjana Profetik dalam mendidik sumberdaya manusia yang memiliki kecerdasan spiritual, intelektual, emosional, dan sosial

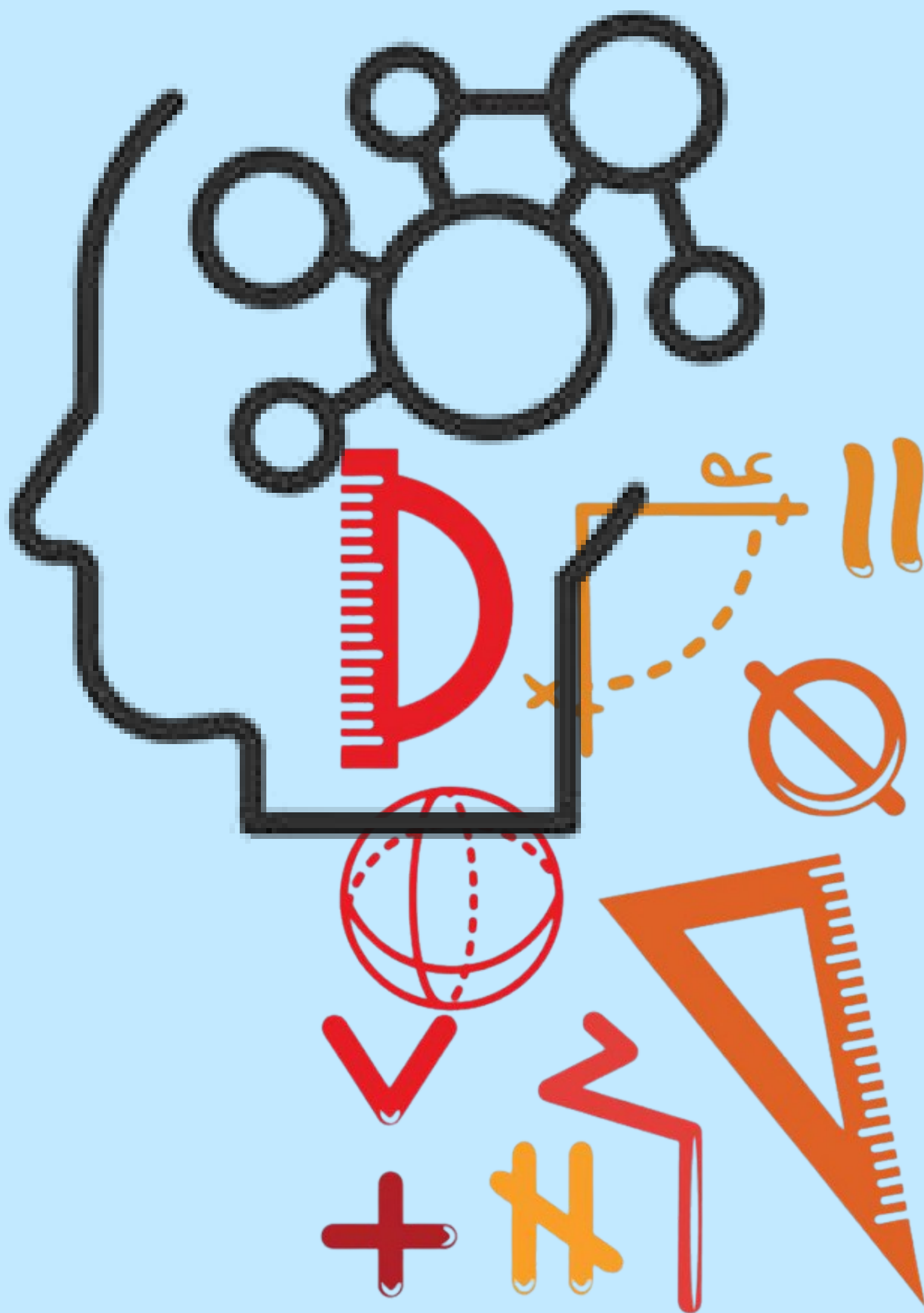


Dr. Khoerul Umam, M.Pd

MODUL

PSIKOLOGI PEMBELAJARAN

MATEMATIKA



Program Studi Magister Pendidikan Matematika

2026

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	0
Pertemuan I: Hakikat Perkembangan Kognitif Anak.....	2
Pertemuan II: Mathematics and a Theory of Learning (Orton)	9
Pertemuan III: Intuitive and Analytic Thinking (Bruner)	13
Pertemuan IV: Intuitive and Reflective Intelligence (Skemp).....	18
Pertemuan V: Building Knowledge and Reflective Thought (Bruning).....	26
Pertemuan VI: The Development of Thought (Piaget)	32
Pertemuan VII: The Idea of Schema (Skemp).....	37
Pertemuan VIII: The Formation of Mathematical Concept (Skemp)	43
Pertemuan X: Tulving Theory of Memory: Episodes, All or Nothing?	48
Pertemuan XI: Cognitive Process Among Illiterate Children and Adult (Berry & Dasen)	53
Pertemuan XII: Cognitive Approaches to Mathematics (Bruning).....	59
Pertemuan XIII: Conceptual and Procedural Knowledge (Hiebert).....	64
Pertemuan XIV: Problem Solving (Gagne).....	69

Kata Pengantar

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusunan **Modul Pembelajaran Mata Kuliah Psikologi Pembelajaran Matematika** untuk Program Studi Magister Pendidikan Matematika (S2) ini dapat diselesaikan dengan baik. Modul ini dihadirkan sebagai panduan akademis komprehensif yang dirancang untuk menjembatani teori-teori psikologi kognitif modern dengan praktik instruksional matematika yang berorientasi pada pemahaman mendalam.

Di tengah transformasi pendidikan abad ke-21, pemahaman terhadap aspek psikologis dan mekanika kognitif peserta didik merupakan kunci utama dalam merancang pembelajaran matematika yang efektif dan berorientasi pada peserta didik. Modul ini hadir untuk membekali mahasiswa magister dengan landasan teoretis yang kokoh, analisis kritis, serta keterampilan praktis dalam mengidentifikasi bagaimana pengetahuan matematika dibangun, disimpan, diorganisasikan, dan diaplikasikan dalam kognisi manusia.

Tinjauan Topik Pembelajaran

Sajian materi dalam kumpulan modul ini mencakup topik-topik krusial yang terstruktur secara sistematis, di antaranya:

- **Konstruksi Kognisi dan Kecerdasan:** Membedah pemikiran Richard R. Skemp mengenai kecerdasan intuitif dan reflektif, serta teori Roger H. Bruning tentang pembangunan pengetahuan (*building knowledge*).
- **Perkembangan dan Struktur Kognitif:** Mengkaji tahap perkembangan berpikir Jean Piaget, dinamika asimilasi-akomodasi-ekuilibrase, serta gagasan Skemp mengenai konsep *schema* dan hierarki pembentukan konsep matematika.
- **Sistem Memori dan Perspektif Lintas-Budaya:** Menelaah teori memori Endel Tulving dan R. J. Journa terkait representasi simbolis dan retensi

informasi, serta perspektif lintas-budaya Berry & Dasen mengenai kognisi kelompok *illiterate* dan etnomatematika.

- **Integrasi Pengetahuan dan Pemecahan Masalah:** Mengkontraskan pengetahuan konseptual dan prosedural menurut James Hiebert, pendekatan kognitif Bruning, hingga hierarki *problem solving* sebagai puncak kapabilitas kognitif menurut Robert M. Gagne.

Orientasi Pembelajaran

Setiap unit modul dirancang mengintegrasikan prinsip-prinsip konstruktivisme, yang dilengkapi dengan tujuan pembelajaran, indikator keberhasilan, uraian materi berbasis literatur, serta tugas mandiri berupa pertanyaan terbuka. Pendekatan ini diharapkan mampu melatih mahasiswa magister dalam menyusun strategi pengajaran yang holistik, merancang instrumen evaluasi kognitif, dan menangani miskonsepsi matematis secara tepat di kelas.

Penyusun menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi, masukan, dan dukungan dalam penyusunan modul ini. Harapan kami, kumpulan modul ini tidak hanya menjadi penunjang perkuliahan yang informatif, tetapi juga menjadi pemantik diskusi ilmiah yang inspiratif. Semoga modul ini dapat memberikan sumbangsih nyata dalam melahirkan magister pendidikan matematika yang transformatif, reflektif, dan berdedikasi tinggi.

Jakarta, Juli 2026

Dr. Khoerul Umam, M.Pd

Pertemuan I: Hakikat Perkembangan Kognitif Anak

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah menyelesaikan modul dan kegiatan pembelajaran pada Pertemuan I ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Memahami definisi dan konsep dasar perkembangan kognitif anak.
2. Mengidentifikasi tahap-tahap perkembangan kognitif secara umum.
3. Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi kognisi anak usia sekolah.
4. Menganalisis implikasi perkembangan kognitif terhadap pembelajaran MIPA/Matematika.

B. INDIKATOR KEBERHASILAN

Mahasiswa dinyatakan berhasil mencapai tujuan pembelajaran apabila memenuhi kriteria berikut:

1. Mahasiswa mampu merumuskan definisi perkembangan kognitif dengan bahasa sendiri secara komprehensif.
2. Mahasiswa dapat menyebutkan dan membedakan tahapan kognitif anak serta karakteristik kuncinya.
3. Mahasiswa mampu menguraikan minimal tiga faktor penentu perkembangan kognitif beserta contohnya.
4. Mahasiswa dapat memberikan contoh nyata penerapan teori kognitif dalam pengembangan kurikulum dan strategi belajar-mengajar matematika.

C. METODE, PENILAIAN, DAN PENUGASAN TERSTRUKTUR

- **Metode Pengajaran:** Ekspositori awal, tanya jawab, dan diskusi kelas.
- **Bentuk Penilaian:** Observasi keaktifan di kelas dan penilaian kelengkapan catatan/resume.
- **Penugasan Terstruktur:** Membaca literatur pengantar terkait kognisi anak dan membuat peta konsep (*mind mapping*).

D. URAIAN MATERI PEMBELAJARAN

1. Konsep Dasar dan Hakikat Perkembangan Kognitif Anak

Kognisi merujuk pada rangkaian proses mental internal di mana informasi sensorik yang diterima dari lingkungan diubah, dikurangi, diuraikan, disimpan, ditemukan kembali, dan dipergunakan dalam pemecahan masalah (Matlin, 1994). Perkembangan kognitif bukan sekadar akumulasi kuantitatif dari fakta-fakta atau rumus semata, melainkan sebuah transformasi kualitatif dalam struktur dan cara berpikir anak (Bruning, Schraw, & Ronning, 1995).

Dalam konteks pendidikan matematika, hakikat perkembangan kognitif menuntut pendidik untuk memandang peserta didik bukan sebagai wadah kosong (*tabula rasa*), melainkan sebagai individu yang secara aktif mengkonstruksi dan mengorganisasi pengetahuannya melalui interaksi dengan lingkungan (Setiono, 199..). Proses kognitif ini mencakup berbagai komponen kompleks seperti persepsi, memori, pembentukan konsep, penalaran intuitif maupun analitik, serta pemrosesan simbolik (Journa, 1990; Skemp, 1981).

2. Tahap-Tahap Perkembangan Kognitif dan Struktur Operasional

Jean Piaget (1947) dalam bukunya *The Psychology of Intelligence* menegaskan bahwa perkembangan kognitif anak berlangsung melalui tahapan-tahapan hierarkis yang berurutan, di mana setiap tahap ditandai oleh struktur kognitif (*skema*) yang khas:

- **Tahap Sensorimotor (0–2 tahun):** Pemikiran anak didominasi oleh tindakan motorik dan persepsi indrawi langsung.
- **Tahap Pra-Operasional (2–7 tahun):** Anak mulai mengoperasikan simbol dan bahasa, namun struktur berpikirnya masih egosentris, memusat (*centration*), dan belum menguasai prinsip reversibilitas maupun konservasi.
- **Tahap Operasional Konkret (7–11 tahun):** Anak mulai mampu berpikir logis terhadap objek-objek riil dan menguasai konsep konservasi (jumlah, luas, volume). Dalam matematika, siswa memerlukan bantuan manipulasi benda

konkret untuk memahami konsep dasar seperti penjumlahan atau pecahan (Bell, 1981).

- **Tahap Operasional Formal (11 tahun ke atas):** Anak mampu berpikir abstrak, hipotesis-deduktif, dan melakukan penalaran kombinatorial tanpa harus bergantung pada objek fisik.

Pemahaman akan tahapan ini sangat mendasar dalam pembelajaran matematika. Seperti ditekankan oleh Orton (1991), kegagalan pembelajaran matematika sering kali terjadi akibat adanya kesenjangan (*mismatch*) antara tingkat abstraksi materi matematika yang diajarkan dengan tahap perkembangan kognitif siswa yang belum siap menerima ide-ide formal tersebut.

3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Kognitif

Perkembangan kognitif anak dipengaruhi oleh dinamika interaksi berbagai faktor internal maupun eksternal:

- **Maturasi (Kematangan Biologis):** Perkembangan fisik dan fisiologis sistem saraf pusat yang membuka kemungkinan terjadinya pertumbuhan kognitif baru.
- **Pengalaman Fisik dan Logis-Matematis:** Interaksi dengan lingkungan material di mana anak bertindak atas objek fisik, mengamati hasilnya, dan menarik abstraksi logis dari tindakan tersebut (Skemp, 1981).
- **Transmisi Sosial dan Budaya:** Pembelajaran melalui interaksi dengan orang dewasa, guru, teman sebaya, serta konteks kebudayaan. Berry dan Dasen (1974) dalam *Culture and Cognition* menunjukkan bahwa variasi budaya dan latar belakang pengalaman hidup sehari-hari secara signifikan mempengaruhi kecepatan, gaya, dan arah perkembangan kognitif anak.
- **EkUILibrasi (Keseimbangan Kognitif):** Mekanisme self-regulation internal yang mendorong anak mencari keseimbangan antara pemahaman yang sudah ada (*asimilasi*) dan tuntutan informasi baru yang tidak cocok (*akomodasi*).

Gagne (1987) menambahkan bahwa pengondisian lingkungan belajar (*conditions of learning*) memainkan peranan kunci dalam mengoptimalkan pemrosesan kognitif ini.

4. Implikasi terhadap Pembelajaran Matematika dan Pengembangan Kurikulum

Hakikat perkembangan kognitif memberikan dasar filosofis dan praktis dalam merancang kurikulum serta strategi pembelajaran matematika (Bell, 1981; Bruner, 1977):

- **Struktur Kurikulum Spiral:** Konsep matematika seyogianya disajikan secara berulang dengan tingkat kedalaman yang terus meningkat sesuai tahap kognitif anak (Bruner, 1977).
- **Penggunaan Multi-Representasi:** Untuk menjembatani pemikiran konkret menuju abstrak, pendidik harus memanfaatkan urutan representasi enaktif (manipulasi fisik), ikonik (gambar/visual), dan simbolik (notasi matematis) (Orton, 1991).
- **Penekanan Pemahaman Konseptual:** Pembelajaran matematika tidak boleh ditekankan hanya pada hafalan prosedur logaritma dan algoritma semata, melainkan pada pembentukan skema kognitif yang terintegrasi antara pengetahuan konseptual dan prosedural (Hiebert, 1986).

E. RANGKUMAN

Hakikat perkembangan kognitif anak merupakan proses kontinu dan kualitatif dalam penyempurnaan struktur berpikir mental yang dipengaruhi oleh maturasi biologis, pengalaman empiris, transmisi sosial-budaya, dan ekuilibrasi. Dengan memahami karakteristik kognitif anak usia sekolah dasar dan menengah, pendidik matematika dapat merancang strategi pembelajaran MIPA dan kurikulum yang transformatif, adaptif, serta ramah terhadap tingkat kesiapan kognitif peserta didik, sehingga konsep matematika yang abstrak dapat dipahami secara bermakna (*meaningful learning*).

F. TUGAS MANDIRI MAHASISWA (3 Pertanyaan Terbuka)

Jawablah tiga pertanyaan terbuka di bawah ini secara analitis, kritis, dan mendalam dengan mengintegrasikan referensi yang telah diberikan!

1. **Analisis Kritis Kesenjangan Kognitif:** Berdasarkan teori perkembangan kognitif Piaget (1947) dan pandangan Orton (1991), bagaimana Anda menganalisis fenomena siswa sekolah menengah (SMP/SMA) yang mengalami hambatan kognitif berat saat mempelajari materi aljabar yang abstrak? Strategi pedagogis konkret apa yang dapat Anda rekomendasikan untuk memfasilitasi transisi berpikir dari operasional konkret menuju formal?
2. **Evaluasi Pengaruh Konteks Sosio-Budaya:** Mengacu pada kajian Berry & Dasen (1974) mengenai *Culture and Cognition*, jelaskan bagaimana latar belakang budaya, bahasa, dan pengalaman keseharian anak dapat membentuk skema berpikir matematis mereka! Bagaimana seorang guru matematika di kelas heterogen dapat memanfaatkan keanekaragaman kognitif-budaya ini sebagai modal pembelajaran?
3. **Rekonstruksi Kurikulum Matematika:** Mengintegrasikan gagasan Bruner (1977) tentang kurikulum spiral dan pandangan Skemp (1981) mengenai pembentukan skema matematika, buatlah rancangan alur instruksional (konkret-ke-abstrak) untuk mengajarkan satu konsep matematika pilihan Anda (misalnya: *Pecahan*, *Geometri*, atau *Persamaan Linier*) agar sesuai dengan hakikat perkembangan kognitif anak!

Pertemuan II: Mathematics and a Theory of Learning (Orton)

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah menyelesaikan modul dan kegiatan pembelajaran pada Pertemuan II ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Mengenal tokoh Orton dan esensi teorinya dalam matematika.
2. Memahami isu-isu dan teori belajar matematika menurut Orton.
3. Mengkaji praktik kelas (*classroom practice*) yang disarankan Orton.
4. Menghubungkan teori Orton dengan kondisi pembelajaran saat ini.

B. INDIKATOR KEBERHASILAN

Mahasiswa dinyatakan berhasil mencapai tujuan pembelajaran apabila:

1. Mahasiswa mampu menjelaskan gagasan utama Orton tentang pembelajaran matematika.
2. Mahasiswa dapat mengidentifikasi isu-isu kritis dalam belajar matematika menurut Orton.
3. Mahasiswa merancang satu skenario praktik kelas berbasis teori Orton.
4. Mahasiswa mampu mengkritisi kelebihan dan kekurangan teori Orton.

C. METODE, PENILAIAN, DAN PENUGASAN TERSTRUKTUR

- **Metode Pengajaran:** Presentasi kelompok, diskusi, dan inkuiri.
- **Bentuk Penilaian:** Rubrik penilaian presentasi (makalah penyajian) dan kemampuan menjawab pertanyaan.
- **Penugasan Terstruktur:** Menyusun makalah kelompok tentang teori Orton dan menyiapkan *slide* presentasi.

D. URAIAN MATERI PEMBELAJARAN

1. Pengantar Teori Belajar Matematika (Anthony Orton)

Anthony Orton melalui karyanya *Learning Mathematics: Issue, Theory, and Classroom Practice* (1991) memberikan landasan komprehensif mengenai bagaimana teori-teori psikologi kognitif harus dijembatani dengan realitas di dalam kelas. Orton tidak menciptakan teori belajar yang sama sekali baru, melainkan menyintesis pandangan tokoh-tokoh besar seperti Piaget, Bruner, dan Gagne, lalu menarik esensi praktisnya khusus untuk pendidikan matematika. Menurut Orton (1991), matematika sering dipandang sebagai mata pelajaran yang sulit karena sifatnya yang sangat abstrak dan hierarkis. Oleh karena itu, pemahaman tentang bagaimana siswa belajar (psikologi belajar) mutlak diperlukan oleh setiap pendidik matematika.

2. Isu-Isu Kritis dalam Belajar Matematika

Dalam diskursusnya, Orton menyoroti beberapa isu fundamental yang kerap menjadi masalah di sekolah:

- **Hafalan vs Pemahaman (*Rote vs Meaningful Learning*):** Orton mengkritik keras pendekatan pembelajaran yang hanya mengandalkan hafalan rumus tanpa makna. Senada dengan Hiebert (1986) yang menekankan pentingnya keseimbangan antara *conceptual and procedural knowledge*, Orton menegaskan bahwa pengetahuan prosedural (cara menghitung) akan mudah dilupakan dan sulit ditransfer ke konteks baru jika tidak dilandasi oleh pengetahuan konseptual yang kuat.
- **Kesiapan Kognitif Siswa:** Merujuk pada pemikiran Piaget (1947), Orton mengingatkan bahwa guru sering kali memaksakan materi abstrak kepada siswa yang struktur kognitifnya masih berada pada tahap operasional konkret. Hal ini memicu kecemasan dan kebencian terhadap matematika.
- **Peran Kesalahan Siswa:** Orton memandang kesalahan (*errors*) dan miskonsepsi siswa bukan sebagai kegagalan mutlak, melainkan sebagai jendela bagi guru untuk memahami proses berpikir (skema) siswa yang keliru, yang sejalan dengan teori skema dari Skemp (1981).

3. Praktik Kelas (*Classroom Practice*) Menurut Orton

Teori belajar tidak akan berdampak jika tidak terealisasi dalam praktik kelas. Orton merekomendasikan beberapa pendekatan instruksional:

- **Pembelajaran Aktif dan Penemuan:** Siswa harus secara aktif mengkonstruksi pengetahuannya. Meminjam pemikiran Bruner (1977) mengenai pentingnya penalaran intuitif, Orton menyarankan guru memberikan kesempatan bagi siswa untuk bereksplorasi dan menemukan pola sebelum memberikan formula jadi.
- **Hierarki dan Prasyarat Belajar:** Mengadaptasi konsep kondisi belajar dari Gagne (1987), guru harus memastikan bahwa konsep prasyarat telah dikuasai sepenuhnya sebelum melangkah ke konsep yang lebih tinggi. Pembelajaran harus dirancang selangkah demi selangkah (*step-by-step scaffolding*).
- **Penggunaan Alat Peraga dan Manipulatif:** Terutama untuk siswa pada tahap transisi kognitif, penggunaan benda nyata atau alat peraga sangat dianjurkan untuk menjembatani pemahaman abstrak (Bell, 1981).

E. RANGKUMAN

Gagasan Orton (1991) menempatkan teori kognitif sebagai fondasi utama dalam praktik kelas matematika. Isu kritis seperti hafalan vs pemahaman konseptual, kesiapan belajar, dan miskonsepsi harus diatasi dengan metode pengajaran yang konstruktif. Praktik kelas yang ideal menurut Orton adalah pembelajaran yang aktif, mempertimbangkan prasyarat kognitif, mengutamakan *meaningful learning*, dan memanfaatkan kesalahan siswa sebagai bahan evaluasi diagnostik.

F. TUGAS MANDIRI MAHASISWA (3 Pertanyaan Terbuka)

Jawablah pertanyaan berikut dengan menyertakan argumen logis dan rujukan teori yang tepat!

1. **Analisis Kritis Teori Orton:** Orton (1991) sangat menekankan transisi dari *rote learning* menuju *meaningful learning*. Di era pendidikan digital saat ini, di mana kecerdasan buatan (AI) dapat memberikan jawaban instan atas prosedur matematis, sejauh mana teori Orton masih relevan? Berikan argumen Anda terkait pergeseran fokus pembelajaran matematika di masa kini!

2. **Desain Skenario Praktik Kelas:** Merujuk pada pandangan Orton mengenai hierarki belajar dan prasyarat kognitif (diperkuat oleh pandangan Gagne, 1987), rancanglah sebuah skenario pembelajaran singkat untuk materi "Faktorisasi Aljabar" di kelas VIII SMP. Tunjukkan secara spesifik bagaimana Anda memastikan siswa siap menerima materi ini dan bagaimana Anda mencegah miskonsepsi!
3. **Sintesis Isu Pembelajaran:** Orton menyoroti bahaya ketidakseimbangan antara pengetahuan konseptual dan prosedural, senada dengan pemikiran Hiebert (1986). Analisislah sebuah fenomena yang sering terjadi di sekolah, yaitu siswa mampu menyelesaikan soal Ujian Nasional dengan rumus cepat (prosedural) namun gagal saat dihadapkan pada soal cerita berbasis masalah nyata (konseptual). Berdasarkan teori belajar Orton, apa akar masalah dari fenomena ini dan bagaimana solusi komprehensifnya?

REFERENSI PENDUKUNG

- Bell, F. H. (1981). *Teaching and Learning Mathematics (in Secondary Schools)*. Iowa: Wm. C. Brown Company.
- Bruner, J. S. (1977). *The Process of Education*. England: Harvard University Press.
- Bruning, R. H., Schraw, G. J., & Ronning, R. R. (1995). *Cognitive Psychology and Instruction*. USA: Prentice Hall.
- Gagne, R. M. (1987). *The Condition of Learning*. New York: Holt, Inc.
- Hiebert, J. (Ed.). (1986). *Conceptual and Procedural Knowledge: The Case of Mathematics*. London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Orton, A. (1991). *Learning Mathematics: Issue, Theory, and Classroom Practice*. New York: Cassell.
- Piaget, J. (1947). *The Psychology of Intelligence*. London: Routledge & Kegan Paul Ltd.
- Skemp, R. R., dkk. (1981). *The Process of Learning Mathematics*. Manchester University.

Pertemuan III: Intuitive and Analytic Thinking (Bruner)

MODUL PEMBELAJARAN

Mata Kuliah: Psikologi Pembelajaran Matematika (Kode: MT785 / 3 SKS)

Program Studi: Magister Pendidikan Matematika (S2)

Pertemuan III: Intuitive and Analytic Thinking (Bruner)

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah menyelesaikan modul dan kegiatan pembelajaran pada Pertemuan III ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Membedakan antara pemikiran intuitif dan analitik menurut Bruner.
2. Memahami proses pendidikan (*The Process of Education*) dari perspektif Bruner.
3. Menjelaskan peran intuisi dalam memecahkan masalah matematika.
4. Menganalisis transisi dari berpikir analitik ke intuitif (dan sebaliknya).

B. INDIKATOR KEBERHASILAN

Mahasiswa dinyatakan berhasil mencapai tujuan pembelajaran apabila:

1. Mahasiswa dapat mendefinisikan pemikiran intuitif dan analitik secara presisi.
2. Mahasiswa mampu memberikan contoh kasus pemikiran intuitif pada siswa.
3. Mahasiswa dapat membuat instrumen sederhana untuk memicu berpikir analitik.
4. Mahasiswa mampu membedah jurnal terkait teori Bruner dalam pendidikan.

C. METODE, PENILAIAN, DAN PENUGASAN TERSTRUKTUR

- **Metode Pengajaran:** Pemecahan masalah (*Problem solving*) dan diskusi kelompok.
- **Bentuk Penilaian:** Penilaian unjuk kerja diskusi dan analisis studi kasus.
- **Penugasan Terstruktur:** Menganalisis satu isu pembelajaran matematika terkini pada jurnal internasional yang relevan dengan pemikiran Bruner.

D. URAIAN MATERI PEMBELAJARAN

1. Pengantar: *The Process of Education*

Jerome S. Bruner melalui karyanya yang monumental, *The Process of Education* (1977), memberikan sumbangsih besar bagi psikologi kognitif dan pendidikan, khususnya matematika. Bruner menolak pandangan behavioristik yang menganggap siswa sebagai penerima pasif. Sebaliknya, ia memandang siswa sebagai pemikir aktif yang mengkonstruksi pengetahuan melalui interaksi dengan lingkungannya. Dalam konteks pemecahan masalah matematis, Bruner menyoroti dua mode berpikir yang beroperasi di dalam kognisi manusia, yakni pemikiran analitik (*analytic thinking*) dan pemikiran intuitif (*intuitive thinking*). Kedua jenis pemikiran ini tidak saling bertentangan, melainkan bersifat komplementer atau saling melengkapi.

2. Karakteristik Pemikiran Analitik (*Analytic Thinking*)

Pemikiran analitik adalah proses kognitif yang bergerak maju selangkah demi selangkah secara terstruktur, logis, dan eksplisit. Setiap langkah dalam pemikiran analitik dapat dikomunikasikan secara jelas kepada orang lain dan dapat diuji kebenarannya berdasarkan aturan deduktif atau algoritma yang telah disepakati.

Dalam pembelajaran matematika, pemikiran analitik sangat dominan, misalnya saat siswa menyelesaikan persamaan aljabar linear, membuktikan teorema geometri menggunakan deduksi logis, atau melakukan operasi hitung bersusun. Keunggulan dari pemikiran analitik adalah tingkat akurasi dan ketelitiannya yang tinggi. Namun, jika siswa hanya mengandalkan pemikiran analitik, mereka cenderung kaku dan kehilangan gambaran besar (*big picture*) dari sebuah permasalahan matematika, yang berujung pada *procedural learning* tanpa pemahaman mendalam (sebagaimana yang juga dikritisi oleh Hiebert, 1986).

3. Karakteristik Pemikiran Intuitif (*Intuitive Thinking*)

Berbeda dengan pemikiran analitik, pemikiran intuitif tidak melangkah secara berurutan atau sadar. Bruner (1977) mendefinisikan pemikiran intuitif sebagai tindakan menangkap makna, signifikansi, atau struktur dari suatu masalah tanpa mengandalkan aparatus analitik secara eksplisit. Pemikiran ini sering kali memanifestasikan dirinya sebagai "lompatan kognitif" atau *insight* (*Aha! moment*).

Pemikir intuitif mungkin melompati beberapa langkah logis untuk langsung tiba pada suatu hipotesis atau jawaban.

Contohnya, saat dihadapkan pada deret angka "2, 4, 8, 16, ...", seorang siswa secara intuitif langsung menebak angka berikutnya adalah 32 dengan melihat "pola penggandaan", sebelum ia secara formal merumuskannya dalam rumus barisan geometri. Pemikiran intuitif sangat krusial dalam matematika karena ia merupakan motor penggerak inovasi, penemuan (*discovery*), dan perumusan hipotesis.

4. Komplementaritas dan Transisi Kognitif

Menurut Bruning, Schraw, dan Ronning (1995), pemecahan masalah yang efektif dalam matematika (*problem solving*) mensyaratkan adanya transisi yang mulus antara berpikir intuitif dan analitik.

- **Dari Intuitif ke Analitik:** Siswa menggunakan intuisi untuk menebak strategi penyelesaian, merumuskan hipotesis, atau memperkirakan hasil akhir. Setelah itu, mereka harus menggunakan pemikiran analitik untuk membuktikan kebenaran tebakan tersebut secara formal dan matematis. Intuisi tanpa analisis akan menghasilkan jawaban yang tidak dapat dipertanggungjawabkan atau rentan terhadap kesalahan.
- **Dari Analitik ke Intuitif:** Melalui latihan pemecahan masalah analitik yang berulang dan terstruktur, siswa akan membangun skema kognitif yang kuat. Keahlian analitik yang terinternalisasi ini seiring waktu akan bermetamorfosis menjadi intuisi yang tajam. Orang yang ahli matematika (*expert*) dapat dengan cepat memecahkan masalah (intuitif) karena mereka telah melalui ribuan jam pemecahan masalah analitik (Bell, 1981).

5. Implikasi dalam Praktik Pembelajaran

Sayangnya, pendidikan matematika tradisional sering kali menghukum pemikiran intuitif. Guru cenderung menuntut siswa untuk langsung menuliskan "cara dan rumus yang benar", yang justru mematikan keberanian siswa untuk bereksplorasi. Bruner menekankan bahwa guru harus menyediakan lingkungan yang aman bagi siswa untuk menebak secara logis (*educated guess*). Guru dapat memicu pemikiran intuitif dengan

memberikan pertanyaan terbuka, menyajikan anomali matematis, atau meminta siswa memperkirakan jawaban sebelum mulai menghitung secara presisi.

E. RANGKUMAN

Pemikiran intuitif dan analitik merupakan dua sisi mata uang yang sama dalam psikologi kognitif Bruner. Pemikiran intuitif membantu siswa menangkap pola dan merumuskan strategi penemuan secara holistik dan cepat, sementara pemikiran analitik berfungsi untuk memverifikasi, menguji, dan membuktikan hipotesis tersebut melalui langkah-langkah deduktif yang rigor. Pendidikan matematika yang ideal harus memfasilitasi berkembangnya kedua pemikiran ini secara seimbang, tidak hanya mengejar kepatuhan prosedural, melainkan mendorong keberanian intelektual melalui tebakan-tebakan bermakna.

F. TUGAS MANDIRI MAHASISWA (Pertanyaan Terbuka)

Jawablah tiga pertanyaan terbuka di bawah ini dengan menyertakan argumen teoretis yang kuat dan merujuk pada literatur (misal: Bruner, 1977; Bruning et al., 1995; Bell, 1981)!

1. **Analisis Fenomena Kelas:** Sering kali ditemui siswa yang mampu menjawab soal matematika dengan benar dan cepat secara "mencongak" atau insting, namun saat diminta oleh guru untuk menuliskan langkah-langkah penyelesaiannya secara runtut (analitik), siswa tersebut kebingungan. Berdasarkan teori Bruner, jelaskan fenomena psikologis apa yang sedang terjadi pada siswa tersebut dan bagaimana Anda sebagai guru membantunya menjembatani pemikiran intuitif menuju analitik tanpa mematikan instingnya!
2. **Kritik Kurikulum:** Evaluasilah kurikulum matematika dan sistem evaluasi (seperti ujian pilihan ganda atau ujian terstandarisasi) yang saat ini diterapkan di sekolah menengah. Apakah sistem evaluasi tersebut lebih menghargai pemikiran analitik atau memfasilitasi pemikiran intuitif? Berikan kritik Anda dan usulkan bentuk asesmen alternatif yang dapat mengukur kompetensi berpikir intuitif siswa secara objektif!
3. **Desain Instrumen Kognitif:** Rancanglah 2 (dua) buah soal atau masalah matematika untuk materi Geometri tingkat SMP. Soal pertama harus secara

spesifik dirancang untuk memicu *intuitive thinking* (menebak/mengestimasi), sedangkan soal kedua dirancang untuk menuntut *analytic thinking* (deduksi logis/pembuktian). Jelaskan mekanisme psikologis dari kedua soal yang Anda buat tersebut!

Pertemuan IV: Intuitive and Reflective Intelligence (Skemp)

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran pada Pertemuan IV ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Memahami konsep kecerdasan intuitif dan reflektif menurut pandangan Skemp.
2. Menganalisis perbedaan fundamental antara kedua jenis kecerdasan tersebut.
3. Mengidentifikasi peran kecerdasan reflektif dalam matematika tingkat lanjut.
4. Menelaah bagaimana menstimulasi kecerdasan reflektif pada siswa.

B. INDIKATOR KEBERHASILAN

Mahasiswa dinyatakan berhasil mencapai tujuan pembelajaran apabila:

1. Mahasiswa mampu memaparkan gagasan Skemp mengenai kecerdasan.
2. Mahasiswa dapat membandingkan kecerdasan intuitif vs reflektif menggunakan tabel komparasi.
3. Mahasiswa mampu merancang pertanyaan pancingan (*reflective questions*) untuk siswa.
4. Mahasiswa berhasil mempresentasikan rangkuman gagasan Skemp dengan sistematis.

C. METODE, PENILAIAN, DAN PENUGASAN TERSTRUKTUR

- **Metode Pengajaran:** Ekspositori, diskusi, dan tanya jawab.
- **Bentuk Penilaian:** Penilaian makalah hasil presentasi kelompok.
- **Penugasan Terstruktur:** Mereviu bab terkait dalam buku "*The Process of Learning Mathematics*".

D. URAIAN MATERI PEMBELAJARAN

1. Pengantar: Pandangan Skemp terhadap Kecerdasan

Richard R. Skemp dalam karya fundamentalnya, *The Process of Learning Mathematics* (1981), membawa dimensi baru dalam psikologi pembelajaran matematika dengan membedah bagaimana struktur kognitif manusia beroperasi. Berbeda dengan pandangan tradisional yang mengukur kecerdasan semata-mata dari kecepatan menjawab soal, Skemp membagi fungsi operasional kecerdasan (kognisi) menjadi dua tingkatan utama, yaitu kecerdasan intuitif (*intuitive intelligence*) dan kecerdasan reflektif (*reflective intelligence*). Pemahaman terhadap kedua jenis kecerdasan ini sangat esensial bagi guru matematika untuk mendiagnosis kesulitan belajar siswa dan merancang intervensi yang tepat sasaran.

2. Kecerdasan Intuitif (*Intuitive Intelligence*)

Kecerdasan intuitif adalah kemampuan sistem kognitif untuk menerima, memproses, dan merespons informasi dari lingkungan eksternal secara langsung tanpa adanya kesadaran penuh terhadap tahapan mental yang sedang berlangsung. Pada tingkat ini, siswa memanipulasi data melalui organ sensorik dan persepsi langsung, namun mereka belum menjadikan pemikiran mereka sendiri sebagai objek pengamatan. Sebagai contoh, ketika seorang anak secara spontan dapat menyortir balok berdasarkan warna atau bentuk, atau ketika siswa SD menjawab " $8 + 5 = 13$ " secara otomatis, mereka sedang menggunakan kecerdasan intuitif. Kecerdasan ini sangat penting karena bertindak sebagai fondasi awal; ia mengumpulkan data kasar dan membentuk struktur kognitif dasar (sejalan dengan konsep tahapan awal Piaget, 1947). Namun, kecerdasan intuitif memiliki keterbatasan karena beroperasi di bawah ambang kesadaran analisis logis.

3. Kecerdasan Reflektif (*Reflective Intelligence*)

Di sisi lain, kecerdasan reflektif adalah kemampuan untuk mengarahkan perhatian ke dalam, menjadikan proses mental diri sendiri sebagai objek kesadaran dan analisis. Skemp mendefinisikan hal ini sebagai kemampuan untuk melakukan refleksi atas skema kognitif yang telah dimiliki, mengevaluasinya, dan mereorganisasinya. Dalam istilah psikologi modern, hal

ini sering disetarakan dengan metakognisi—yaitu "berpikir tentang bagaimana kita berpikir". Kecerdasan reflektif sangat krusial dalam matematika tingkat lanjut. Ketika siswa berhadapan dengan aljabar abstrak, kalkulus, atau pembuktian geometri yang kompleks, intuisi sensorik tidak lagi memadai. Siswa harus mampu menyadari langkah-langkah logis yang mereka ambil, memformulasikan strategi, mendeteksi kesalahan dalam penalaran mereka sendiri, dan mengomunikasikannya menggunakan simbolisasi matematis yang rigor (Journa, 1990; Orton, 1991).

4. Tabel Komparasi: Kecerdasan Intuitif vs Kecerdasan Reflektif

Untuk memperjelas perbedaan fundamental antara kedua konsep ini, perhatikan tabel komparasi berikut:

Aspek Pembeda	Kecerdasan Intuitif	Kecerdasan Reflektif
Objek Perhatian	Lingkungan eksternal dan data sensorik.	Proses mental, ide, dan skema internal diri sendiri.
Tingkat Kesadaran	Terjadi secara spontan, di bawah sadar, atau otomatis.	Melibatkan kesadaran penuh dan kontrol secara sengaja (<i>deliberate</i>).
Peran dalam Matematika	Membentuk pemahaman awal, tebakan kasar, kalkulasi dasar.	Analisis logis, pembuktian teorema, evaluasi langkah penyelesaian.
Deteksi Kesalahan	Sulit mendeteksi letak kesalahan secara mandiri.	Mampu melacak kembali dan memperbaiki kesalahan (<i>self-correction</i>).

5. Menstimulasi Kecerdasan Reflektif di Kelas

Sebagian besar kurikulum konvensional sering kali berhenti pada pelatihan kecerdasan intuitif dan *rote learning* (Gagne, 1987). Guru harus secara proaktif melatih kecerdasan reflektif siswa. Cara yang paling efektif adalah melalui penggunaan "pertanyaan pancingan" (*reflective questions*). Alih-alih

hanya menanyakan hasil akhir (misal: "Berapa nilai x?"), guru sebaiknya bertanya:

- "Mengapa kamu memilih menggunakan rumus tersebut?"
- "Coba jelaskan alur berpikirmu langkah demi langkah kepada temanmu!"
- "Apakah ada cara lain untuk menyelesaikan soal ini?" Pertanyaan-pertanyaan ini memaksa siswa untuk "berhenti sejenak", mengamati pemikiran mereka sendiri (refleksi), dan menyandikannya ke dalam bahasa verbal yang terstruktur. Proses artikulasi ide ini mengokohkan struktur konseptual dan prosedural siswa (Hiebert, 1986).

E. RANGKUMAN

Kecerdasan intuitif dan reflektif adalah dua mode operasional kognisi yang diidentifikasi oleh Richard Skemp (1981). Kecerdasan intuitif memungkinkan siswa berinteraksi dengan masalah secara spontan dan langsung, sementara kecerdasan reflektif memberdayakan siswa untuk menganalisis, mengevaluasi, dan merekonstruksi proses berpikir mereka sendiri. Kemampuan reflektif ini adalah prasyarat mutlak bagi penguasaan matematika tingkat menengah dan lanjut. Oleh karenanya, pendidik harus merancang lingkungan kelas yang penuh dengan dialog matematis dan pertanyaan reflektif untuk membimbing siswa naik dari taraf berpikir otomatis menuju kesadaran metakognitif penuh.

F. TUGAS MANDIRI MAHASISWA (3 Pertanyaan Terbuka)

Jawablah tiga pertanyaan terbuka di bawah ini secara kritis, komprehensif, dan dengan mengintegrasikan landasan teori dari Richard Skemp (1981) atau referensi lain yang relevan!

1. **Analisis Kendala Transisi:** Berdasarkan teori Skemp, sering kita jumpai siswa yang sangat mahir berhitung cepat saat di Sekolah Dasar, namun mengalami penurunan prestasi drastis (kesulitan luar biasa) saat memasuki materi matematika di jenjang SMP/SMA (seperti pembuktian atau aljabar abstrak). Jelaskan fenomena psikologis ini dari sudut pandang keterbatasan kecerdasan intuitif dan kegagalan mengaktivasi kecerdasan reflektif!

2. **Merancang *Reflective Questions*:** Bayangkan Anda sedang mengajarkan materi "Teorema Pythagoras". Seorang siswa memberikan jawaban yang keliru secara prosedural karena ia menjumlahkan sisi miring dengan sisi tegak. Rancanglah sebuah skenario dialog singkat yang memuat minimal 3 (tiga) *reflective questions* berjenjang, yang bertujuan membimbing siswa tersebut menyadari kesalahannya sendiri tanpa Anda harus menyalahkan atau memberitahu rumus yang benar secara langsung!
3. **Kajian Literatur dan Perbandingan Teori:** Sintesis pandangan Skemp mengenai Kecerdasan Intuitif dengan gagasan Bruner (1977) mengenai Pemikiran Intuitif (*Intuitive Thinking*) yang telah kita pelajari pada pertemuan sebelumnya. Apakah kedua pakar tersebut menggunakan istilah "intuitif" dengan definisi dan tujuan yang identik, ataukah terdapat perbedaan nuansa teoretis di antara keduanya? Uraikan hasil analisis Anda secara mendalam!

D. URAIAN MATERI PEMBELAJARAN

1. Pengantar: *The Process of Education*

Jerome S. Bruner melalui karyanya yang monumental, *The Process of Education* (1977), memberikan sumbangsih besar bagi psikologi kognitif dan pendidikan, khususnya matematika. Bruner menolak pandangan behavioristik yang menganggap siswa sebagai penerima pasif. Sebaliknya, ia memandang siswa sebagai pemikir aktif yang mengkonstruksi pengetahuan melalui interaksi dengan lingkungannya. Dalam konteks pemecahan masalah matematis, Bruner menyoroti dua mode berpikir yang beroperasi di dalam kognisi manusia, yakni pemikiran analitik (*analytic thinking*) dan pemikiran intuitif (*intuitive thinking*). Kedua jenis pemikiran ini tidak saling bertentangan, melainkan bersifat komplementer atau saling melengkapi.

2. Karakteristik Pemikiran Analitik (*Analytic Thinking*)

Pemikiran analitik adalah proses kognitif yang bergerak maju selangkah demi selangkah secara terstruktur, logis, dan eksplisit. Setiap langkah dalam pemikiran

analitik dapat dikomunikasikan secara jelas kepada orang lain dan dapat diuji kebenarannya berdasarkan aturan deduktif atau algoritma yang telah disepakati.

Dalam pembelajaran matematika, pemikiran analitik sangat dominan, misalnya saat siswa menyelesaikan persamaan aljabar linear, membuktikan teorema geometri menggunakan deduksi logis, atau melakukan operasi hitung bersusun. Keunggulan dari pemikiran analitik adalah tingkat akurasi dan ketelitiannya yang tinggi. Namun, jika siswa hanya mengandalkan pemikiran analitik, mereka cenderung kaku dan kehilangan gambaran besar (*big picture*) dari sebuah permasalahan matematika, yang berujung pada *procedural learning* tanpa pemahaman mendalam (sebagaimana yang juga dikritisi oleh Hiebert, 1986).

3. Karakteristik Pemikiran Intuitif (*Intuitive Thinking*)

Berbeda dengan pemikiran analitik, pemikiran intuitif tidak melangkah secara berurutan atau sadar. Bruner (1977) mendefinisikan pemikiran intuitif sebagai tindakan menangkap makna, signifikansi, atau struktur dari suatu masalah tanpa mengandalkan aparatus analitik secara eksplisit. Pemikiran ini sering kali memanifestasikan dirinya sebagai "lompatan kognitif" atau *insight* (*Aha! moment*). Pemikir intuitif mungkin melompati beberapa langkah logis untuk langsung tiba pada suatu hipotesis atau jawaban.

Contohnya, saat dihadapkan pada deret angka "2, 4, 8, 16, ...", seorang siswa secara intuitif langsung menebak angka berikutnya adalah 32 dengan melihat "pola penggandaan", sebelum ia secara formal merumuskannya dalam rumus barisan geometri. Pemikiran intuitif sangat krusial dalam matematika karena ia merupakan motor penggerak inovasi, penemuan (*discovery*), dan perumusan hipotesis.

4. Komplementaritas dan Transisi Kognitif

Menurut Bruning, Schraw, dan Ronning (1995), pemecahan masalah yang efektif dalam matematika (*problem solving*) mensyaratkan adanya transisi yang mulus antara berpikir intuitif dan analitik.

- **Dari Intuitif ke Analitik:** Siswa menggunakan intuisi untuk menebak strategi penyelesaian, merumuskan hipotesis, atau memperkirakan hasil akhir. Setelah itu, mereka harus menggunakan pemikiran analitik untuk membuktikan

kebenaran tebakan tersebut secara formal dan matematis. Intuisi tanpa analisis akan menghasilkan jawaban yang tidak dapat dipertanggungjawabkan atau rentan terhadap kesalahan.

- **Dari Analitik ke Intuitif:** Melalui latihan pemecahan masalah analitik yang berulang dan terstruktur, siswa akan membangun skema kognitif yang kuat. Keahlian analitik yang terinternalisasi ini seiring waktu akan bermetamorfosis menjadi intuisi yang tajam. Orang yang ahli matematika (*expert*) dapat dengan cepat memecahkan masalah (intuitif) karena mereka telah melalui ribuan jam pemecahan masalah analitik (Bell, 1981).

5. Implikasi dalam Praktik Pembelajaran

Sayangnya, pendidikan matematika tradisional sering kali menghukum pemikiran intuitif. Guru cenderung menuntut siswa untuk langsung menuliskan "cara dan rumus yang benar", yang justru mematikan keberanian siswa untuk bereksplorasi. Bruner menekankan bahwa guru harus menyediakan lingkungan yang aman bagi siswa untuk menebak secara logis (*educated guess*). Guru dapat memicu pemikiran intuitif dengan memberikan pertanyaan terbuka, menyajikan anomali matematis, atau meminta siswa memperkirakan jawaban sebelum mulai menghitung secara presisi.

E. RANGKUMAN

Pemikiran intuitif dan analitik merupakan dua sisi mata uang yang sama dalam psikologi kognitif Bruner. Pemikiran intuitif membantu siswa menangkap pola dan merumuskan strategi penemuan secara holistik dan cepat, sementara pemikiran analitik berfungsi untuk memverifikasi, menguji, dan membuktikan hipotesis tersebut melalui langkah-langkah deduktif yang rigor. Pendidikan matematika yang ideal harus memfasilitasi berkembangnya kedua pemikiran ini secara seimbang, tidak hanya mengejar kepatuhan prosedural, melainkan mendorong keberanian intelektual melalui tebakan-tebakan bermakna.

F. TUGAS MANDIRI MAHASISWA (Pertanyaan Terbuka)

Jawablah tiga pertanyaan terbuka di bawah ini dengan menyertakan argumen teoretis yang kuat dan merujuk pada literatur (misal: Bruner, 1977; Bruning et al., 1995; Bell, 1981)!

1. **Analisis Fenomena Kelas:** Sering kali ditemui siswa yang mampu menjawab soal matematika dengan benar dan cepat secara "mencongak" atau insting, namun saat diminta oleh guru untuk menuliskan langkah-langkah penyelesaiannya secara runtut (analitik), siswa tersebut kebingungan. Berdasarkan teori Bruner, jelaskan fenomena psikologis apa yang sedang terjadi pada siswa tersebut dan bagaimana Anda sebagai guru membantunya menjembatani pemikiran intuitif menuju analitik tanpa mematikan instingnya!
2. **Kritik Kurikulum:** Evaluasilah kurikulum matematika dan sistem evaluasi (seperti ujian pilihan ganda atau ujian terstandarisasi) yang saat ini diterapkan di sekolah menengah. Apakah sistem evaluasi tersebut lebih menghargai pemikiran analitik atau memfasilitasi pemikiran intuitif? Berikan kritik Anda dan usulkan bentuk asesmen alternatif yang dapat mengukur kompetensi berpikir intuitif siswa secara objektif!
3. **Desain Instrumen Kognitif:** Rancanglah 2 (dua) buah soal atau masalah matematika untuk materi Geometri tingkat SMP. Soal pertama harus secara spesifik dirancang untuk memicu *intuitive thinking* (menebak/mengestimasi), sedangkan soal kedua dirancang untuk menuntut *analytic thinking* (deduksi logis/pembuktian). Jelaskan mekanisme psikologis dari kedua soal yang Anda buat tersebut!

Pertemuan V: Building Knowledge and Reflective Thought (Bruning)

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran pada Pertemuan V ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Memahami teori Bruning tentang pembangunan pengetahuan (*building knowledge*).
2. Menjelaskan peran pemikiran reflektif dalam kognisi dan instruksi.
3. Mengaitkan pembangunan pengetahuan dengan konsep matematika konstruktivis.
4. Menyusun strategi instruksional berbasis pemikiran reflektif Bruning.

B. INDIKATOR KEBERHASILAN

Mahasiswa dinyatakan berhasil mencapai tujuan pembelajaran apabila:

1. Mahasiswa menguraikan proses pembentukan pengetahuan menurut Bruning.
2. Mahasiswa mampu membedakan hafalan dengan pemikiran reflektif.
3. Mahasiswa dapat menyusun sintaks pembelajaran berdasarkan pendekatan ini.
4. Mahasiswa mampu mengevaluasi strategi instruksional yang ada saat ini.

C. METODE, PENILAIAN, DAN PENUGASAN TERSTRUKTUR

- **Metode Pengajaran:** Inkuiri, penugasan, dan diskusi kelas.
- **Bentuk Penilaian:** Evaluasi tugas mandiri dan keaktifan memberikan tanggapan di kelas.

- **Penugasan Terstruktur:** Menyusun esai singkat mengenai penerapan teori Bruning pada topik geometri atau aljabar.

D. URAIAN MATERI PEMBELAJARAN

1. Teori Pembangunan Pengetahuan (*Building Knowledge*) Menurut Bruning

Roger H. Bruning, Gregory J. Schraw, dan Ronald R. Ronning dalam karya monumental mereka, *Cognitive Psychology and Instruction* (1995), menegaskan bahwa belajar merupakan proses aktif dalam membangun struktur pengetahuan (*knowledge construction*), bukan sekadar penyerapan pasif atas fakta-fakta terisolasi. Dalam pandangan kognitif Bruning et al. (1995), pengetahuan dikonstruksi melalui interaksi yang dinamis antara informasi baru yang diterima dari lingkungan dengan skema atau pengetahuan awal (*prior knowledge*) yang telah tersimpan dalam memori jangka panjang (*long-term memory*).

Proses pembangunan pengetahuan ini mengandalkan pengolahan informasi selektif yang melibatkan tiga mekanisme utama:

- **Pengkodean Selektif (*Selective Encoding*):** Memilih ide-ide kunci dari stimulus eksternal yang relevan untuk diproses lebih lanjut.
- **Kombinasi Selektif (*Selective Combination*):** Mengintegrasikan elemen-elemen informasi yang telah dipilih menjadi satu kesatuan struktur kognitif yang koheren.
- **Pembandingan Selektif (*Selective Comparison*):** Menghubungkan informasi baru tersebut dengan struktur pengetahuan terdahulu untuk menemukan keterkaitan, analogi, atau perbedaan.

Dalam matematika, peserta didik yang mengonstruksi pengetahuan tidak hanya menghafal algoritma hitung, melainkan membangun model mental yang saling terhubung antara prinsip dasar, aturan logika, dan penerapan riil (Bell, 1981; Orton, 1991).

2. Peran Pemikiran Reflektif vs. Hafalan (*Rote Learning*)

Salah satu fokus utama Bruning et al. (1995) adalah membedakan pemrosesan kognitif tingkat dangkal (*surface-level processing*) dengan pemrosesan tingkat dalam (*deep-level processing*).

- **Hafalan (*Rote Learning*):** Hafalan terjadi ketika siswa menyimpan informasi matematis secara mentah tanpa menghubungkannya dengan skema kognitif yang telah ada. Siswa yang belajar dengan cara ini mungkin dapat menghafal rumus luas lingkaran atau aturan pemfaktoran aljabar, tetapi mereka gagal memahami *mengapa* rumus tersebut bekerja. Pembelajaran hafalan menghasilkan pengetahuan prosedural yang rapuh, cepat dilupakan, dan tidak fleksibel saat dihadapkan pada konteks masalah baru (Hiebert, 1986).
- **Pemikiran Reflektif (*Reflective Thought*):** Pemikiran reflektif melibatkan kesadaran metakognitif di mana siswa secara sengaja memantau, menilai, dan mengevaluasi proses berpikir mereka sendiri. Melalui berpikir reflektif, siswa mengajukan pertanyaan internal seperti: "*Apakah solusi ini masuk akal?*", "*Mengapa saya memilih langkah aljabar ini?*", atau "*Bagaimana hubungan antara konsep geometri ini dengan materi sebelumnya?*". Pemikiran reflektif inilah yang mengubah fakta-fakta terpisah menjadi pengetahuan konseptual yang kokoh dan bermakna.

3. Pembangunan Pengetahuan dalam Konstruktivisme Matematika

Pendekatan konstruktivisme dalam pembelajaran matematika menekankan bahwa siswa harus menjadi arsitek atas pengetahuannya sendiri (Setiono, 199..). Teori Bruning memperkuat landasan ini dengan menunjukkan bagaimana pemikiran reflektif bertindak sebagai bahan bakar utama konstruksi pengetahuan.

Ketika siswa mengalami ketidakseimbangan kognitif (*disequilibrium*)—sebagaimana dijelaskan Piaget (1947)—karena menemukan masalah matematika yang tidak dapat diselesaikan dengan cara biasa, pemikiran reflektif mendorong siswa untuk

melakukan akomodasi kognitif. Siswa meninjau kembali skema lama mereka (Skemp, 1981), mengidentifikasi miskonsepsi, dan mereorganisasi pemahaman mereka hingga mencapai keseimbangan kognitif baru (*equilibrant*).

4. Sintaks dan Strategi Instruksional Berbasis Pemikiran Reflektif

Untuk mengimplementasikan teori Bruning dalam instruksi kelas matematika, pendidik perlu merancang sintaks pembelajaran berbasis inkuiri yang merangsang refleksi kognitif (Bruning et al., 1995):

1. **Aktivasi Pengetahuan Awal (*Activating Prior Knowledge*):** Guru memulai pembelajaran dengan memberikan masalah pemantik yang menguji atau mengaktifkan skema lama siswa terkait topik yang akan dipelajari.
2. **Eksplorasi Inkuiri dan Problem Solving (*Inquiry Exploration*):** Siswa dihadapkan pada tugas pemecahan masalah non-rutin yang menuntut mereka untuk mencoba berbagai strategi (Gagne, 1987).
3. **Penjelasan Diri dan Artikulasinya (*Self-Explanation & Articulation*):** Siswa diminta untuk menjelaskan alur berpikir mereka secara lisan maupun tertulis, baik melalui diskusi kelompok maupun jurnal reflektif.
4. **Umpan Balik Reflektif dan Perancah Kognitif (*Reflective Feedback & Scaffolding*):** Guru memberikan pertanyaan pancingan alih-alih memberi jawaban langsung, membimbing siswa untuk mengevaluasi kembali langkah penalaran mereka yang keliru.
5. **Konsolidasi dan Re-organisasi Skema (*Schema Re-organization*):** Siswa menyimpulkan prinsip matematis yang baru ditemukan dan memetakan hubungannya dengan konsep-konsep lain secara holistik.

E. RANGKUMAN

Teori pembangunan pengetahuan (*building knowledge*) menurut Bruning et al. (1995) menegaskan bahwa penguasaan matematika memerlukan proses kognitif

aktif yang mengintegrasikan informasi baru ke dalam skema lama. Pemikiran reflektif bertindak sebagai penggerak utama yang membedakan antara hafalan prosedural yang dangkal dengan pemahaman konseptual yang mendalam. Dengan menerapkan strategi instruksional berbasis inkuiri, pemrosesan mendalam, dan metakognisi, guru dapat memfasilitasi siswa untuk mengonstruksi struktur pengetahuan matematika yang adaptif, terintegrasi, dan tahan lama.

F. TUGAS MANDIRI MAHASISWA (3 Pertanyaan Terbuka)

Jawablah tiga pertanyaan terbuka di bawah ini secara mendalam, analitis, dan sistematis!

1. **Analisis Komparatif Pemrosesan Kognitif:** Berdasarkan teori Bruning et al. (1995) mengenai *surface-level* vs. *deep-level processing*, analisislah perbedaan respon psikologis dan mental antara siswa yang mempelajari materi **Persamaan Kuadrat** melalui hafalan rumus (*rumus ABC*) dibandingkan dengan siswa yang mengonstruksi pemahamannya melalui pemikiran reflektif (melengkapi kuadrat sempurna secara visual/geometris)!
2. **Evaluasi Strategi Instruksional:** Banyak praktik pengajaran matematika saat ini masih terfokus pada metode *drill-and-practice* (pemberian latihan soal sejenis secara berulang-ulang). Evaluasilah kelebihan dan keterbatasan metode *drill* ini dari kacamata teori pembangunan pengetahuan Bruning! Bagaimana Anda meredesain metode tersebut agar dapat mengintegrasikan elemen pemikiran reflektif?
3. **Penyusunan Esai Terstruktur (Tugas Utama):** Pilihlah salah satu topik khusus dalam matematika sekolah menengah—antara **Geometri** (misalnya: *Transformasi Geometri/Sifat Bangun Ruang*) atau **Aljabar** (misalnya: *Sistem Persamaan Linier/Fungsi*)! Buatlah rancangan sintaks pembelajaran lengkap (5 tahap instruksional Bruning) yang secara eksplisit memfasilitasi siswa untuk melakukan refleksi kognitif dan membangun pengetahuan konseptual mereka sendiri!

Pertemuan VI: The Development of Thought (Piaget)

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran pada Pertemuan VI ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Memahami hakikat psikologi inteligensi menurut Jean Piaget.
2. Menganalisis tahapan perkembangan kognitif Piaget (Sensorimotor hingga Operasional Formal).
3. Menjelaskan konsep asimilasi, akomodasi, dan ekuilibrase dalam matematika.
4. Mengevaluasi relevansi teori Piaget terhadap anak usia sekolah dasar dan menengah.

B. INDIKATOR KEBERHASILAN

Mahasiswa dinyatakan berhasil mencapai tujuan pembelajaran apabila:

1. Mahasiswa mampu menyebutkan dan menjelaskan 4 tahap perkembangan Piaget.
2. Mahasiswa dapat menganalisis kesulitan belajar siswa berdasarkan miskonsepsi asimilasi/akomodasi.
3. Mahasiswa merancang alat peraga matematika sesuai tahap operasional konkret.
4. Mahasiswa mampu mendebat limitasi atau kritik terhadap teori perkembangan Piaget.

C. METODE, PENILAIAN, DAN PENUGASAN TERSTRUKTUR

- **Metode Pengajaran:** Presentasi kelompok, pemecahan masalah (*problem solving*), dan tanya jawab.
- **Bentuk Penilaian:** Penilaian kualitas alat peraga/desain pembelajaran dan rubrik presentasi.
- **Penugasan Terstruktur:** Membuat resume dari buku "*The Psychology of Intelligence*" karya Jean Piaget.

D. URAIAN MATERI PEMBELAJARAN

1. Hakikat Psikologi Inteligensi Menurut Jean Piaget

Jean Piaget melalui karyanya *The Psychology of Intelligence* (1947) mendefinisikan inteligensi bukan sebagai atribut statis atau sekadar angka IQ, melainkan sebagai bentuk adaptasi kognitif tertinggi antara individu dengan lingkungannya. Inteligensi merupakan struktur operasional dinamis yang berkembang secara kualitatif seiring berjalannya waktu. Bagi Piaget, anak-anak adalah "ilmuwan kecil" (*little scientists*) yang membangun kerangka berpikir mental secara aktif melalui eksplorasi, manipulasi objek, dan pemecahan masalah (Setiono, 199..; Matlin, 1994).

2. Empat Tahapan Perkembangan Kognitif

Piaget membagi tahapan perkembangan berpikir menjadi empat tingkatan hierarkis yang berlangsung secara invarian (urutan tidak dapat dibalik):

1. **Tahap Sensorimotor (0–2 tahun):** Pemikiran berbasis persepsi sensorik dan tindakan fisik langsung. Anak membangun konsep dasar *object permanence*.
2. **Tahap Pra-Operasional (2–7 tahun):** Penggunaan simbol, bahasa, dan gambaran mental mulai berkembang pesat. Namun, cara berpikir anak masih bersifat egosentris, belum menguasai operasi pembalikan (*reversibility*), dan memusat (*centration*).

3. **Tahap Operasional Konkret (7–11 tahun):** Anak mulai mampu melakukan penalaran logis selama penalaran tersebut diterapkan pada objek riil yang konkret. Mereka telah menguasai prinsip *konservasi* (jumlah, volume, massa) dan *seriasi* (pengurutan). Dalam pembelajaran matematika SD, tahap ini membutuhkan representasi visual dan manipulatif (Bell, 1981).
4. **Tahap Operasional Formal (11 tahun ke atas):** Individu mampu berpikir abstrak, hipotetis-deduktif, serta menganalisis kombinasi variabel secara logis tanpa memerlukan keberadaan objek fisik. Tahap ini menjadi dasar utama untuk memahami materi matematika abstrak seperti aljabar lanjut, analisis real, dan geometri non-Euclid (Orton, 1991).

3. Dinamika Adaptasi Kognitif: Asimilasi, Akomodasi, dan Ekuilibrase

Perkembangan kognitif digerakkan oleh proses adaptasi berkelanjutan yang melibatkan tiga mekanisme internal:

- **Asimilasi:** Proses menyerap informasi atau pengalaman baru ke dalam struktur kognitif (*skema*) yang sudah ada tanpa mengubah skema tersebut. Contoh: Siswa mengklasifikasikan belah ketupat sebagai "persegi miring" berdasarkan skema bentuk segi empat yang telah ia miliki.
- **Akomodasi:** Proses merestrukturisasi atau mengubah skema kognitif yang ada karena informasi baru tidak lagi cocok dengan pemahaman lama. Contoh: Siswa mengubah pemahamannya tentang "bilangan" saat menyadari bahwa perkalian dua bilangan tidak selalu menghasilkan nilai yang lebih besar (misal: perkalian pecahan atau bilangan negatif).
- **Ekuilibrase:** Penggerak utama perkembangan kognitif berupa pencarian keseimbangan (*equilibrium*) antara asimilasi dan akomodasi. Ketika informasi baru memicu pertentangan kognitif (*disequilibrium*), anak terdorong untuk melakukan akomodasi hingga mencapai pemahaman yang lebih stabil dan kompleks.

4. Aplikasi, Relevansi, dan Kritik Terhadap Teori Piaget

Teori Piaget memberikan kontribusi besar pada pembelajaran matematika modern, khususnya dalam merancang alat peraga konkret dan menyusun urutan materi dari konkret ke abstrak (Bruner, 1977; Skemp, 1981).

Namun, teori Piaget tidak lepas dari kritik dan limitasi:

- **Rentang Usia yang Terlalu Kaku:** Penelitian lintas budaya oleh Berry & Dasen (1974) menunjukkan bahwa laju perkembangan kognitif sangat dipengaruhi oleh latar belakang sosial, budaya, dan pengalaman literasi.
- **Underestimation Kemampuan Anak:** Piaget dianggap terlalu meremehkan kemampuan kognitif anak usia pra-operasional yang sebenarnya mampu berpikir logis jika diberikan konteks yang familiar.
- **Kesenjangan Operasional Formal:** Banyak siswa usia sekolah menengah (SMP/SMA) yang secara teoritis berada pada tahap operasional formal, namun dalam praktiknya masih membutuhkan bantuan konkret ketika berhadapan dengan konsep matematika baru (Orton, 1991).

E. RANGKUMAN

Teori perkembangan berpikir Jean Piaget (1947) menegaskan bahwa inteligensi berkembang melalui transformasi kualitatif struktur kognitif. Melalui mekanisme asimilasi, akomodasi, dan ekuilibrasi, siswa beradaptasi dengan materi matematika yang dipelajari. Pendidik matematika harus memahami tahapan perkembangan kognitif siswa agar mampu merancang media pembelajaran, alat peraga, dan strategi instruksional yang tepat sasaran, serta tidak memaksakan materi abstrak formal pada siswa yang masih berpikir secara konkret.

F. TUGAS MANDIRI MAHASISWA (3 Pertanyaan Terbuka)

Jawablah tiga pertanyaan terbuka di bawah ini secara mendalam, kritis, dan analitis!

1. **Analisis Miskonsepsi Berdasarkan Asimilasi-Akomodasi:**

Seorang siswa SD kelas IV beranggapan bahwa $\frac{1}{8}$ nilainya lebih besar daripada $\frac{1}{2}$ karena angka 8 lebih besar dari 2. Jelaskan fenomena kesalahan berpikir ini dari sudut pandang mekanisme *asimilasi* dan *akomodasi* menurut Piaget! Langkah-langkah instruksional apa yang harus dilakukan guru untuk memicu *disequilibrium* kognitif agar siswa tersebut berhasil melakukan akomodasi?

2. Perancangan Alat Peraga Matematika Konkret:

Berdasarkan karakteristik anak pada *Tahap Operasional Konkret* (7–11 tahun), rancanglah sebuah konsep alat peraga matematika manipulatif untuk mengajarkan materi "**Penjumlahan dan Pengurangan Bilangan Bulat Negatif**"! Jelaskan bagaimana alat peraga tersebut membantu siswa menjembatani penalaran fisik menuju pemahaman matematis abstrak!

3. Debat Kritis dan Limitasi Teori Piaget:

Mengacu pada kritik terhadap Piaget serta kajian lintas budaya Berry & Dasen (1974), analisislah Mengapa seorang guru tidak boleh berasumsi bahwa semua siswa SMA kelas XI otomatis telah mampu berpikir secara *Operasional Formal* murni saat mempelajari materi **Kalkulus atau Geometri Transformasi**! Berikan solusi pedagogis untuk mengatasi heterogenitas perkembangan kognitif ini di dalam kelas!

Pertemuan VII: The Idea of Schema (Skemp)

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran pada Pertemuan VII ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Memahami konsep "Skema" sebagai struktur kognitif dasar menurut Skemp.
2. Menjelaskan bagaimana skema baru dibentuk dan diintegrasikan.
3. Mengidentifikasi kegunaan skema dalam menyelesaikan persoalan matematika.
4. Menganalisis dampak dari skema yang salah (miskonsepsi) pada pembelajaran.

B. INDIKATOR KEBERHASILAN

Mahasiswa dinyatakan berhasil mencapai tujuan pembelajaran apabila:

1. Mahasiswa mampu mendefinisikan skema secara komprehensif.
2. Mahasiswa dapat memodelkan bentuk skema kognitif dari suatu konsep (misal: pecahan).
3. Mahasiswa mampu menjelaskan proses perbaikan skema pada siswa yang mengalami miskonsepsi.
4. Mahasiswa dapat mengaplikasikan gagasan skema dalam rencana pembelajaran.

C. METODE, PENILAIAN, DAN PENUGASAN TERSTRUKTUR

- **Metode Pengajaran:** Diskusi kelompok dan inkuiri.
- **Bentuk Penilaian:** Makalah hasil tugas mahasiswa dan partisipasi diskusi.
- **Penugasan Terstruktur:** Menganalisis jurnal internasional tentang "*Mathematical Schema*" dan menyajikannya di depan kelas.

D. URAIAN MATERI PEMBELAJARAN

1. Konsep "Skema" Sebagai Struktur Kognitif Dasar

Dalam karya utamanya *The Process of Learning Mathematics* (1981), Richard R. Skemp memperkenalkan konsep **Skema** (*Schema*) sebagai landasan utama pemahaman matematika. Skemp mendefinisikan skema sebagai sebuah struktur kognitif mental yang terorganisasi, terdiri dari jaringan konsep-konsep yang saling terhubung dan terintegrasi dalam memori jangka panjang. Skema bukan sekadar tempat penyimpanan pasif informasi, melainkan alat aktif yang digunakan oleh kognisi manusia untuk menerima, memproses, menafsirkan, dan merespons informasi baru dari lingkungan (Matlin, 1994; Skemp, 1981).

Skema bertindak sebagai kerangka kerja konseptual (*conceptual framework*). Ketika seorang siswa dihadapkan pada masalah matematika baru, pikiran siswa secara otomatis mencari skema yang paling sesuai di dalam memorinya untuk mengasimilasi masalah tersebut (Piaget, 1947). Tanpa skema yang tepat, informasi baru akan diterima sebagai potongan fakta yang terisolasi dan tidak bermakna (Hiebert, 1986).

2. Pembentukan dan Integrasi Skema Baru

Pembentukan dan pengembangan skema terjadi melalui dua mekanisme kognitif utama:

- **Asimilasi Skema:** Terjadi ketika pengalaman atau konsep matematika baru dapat diserap langsung ke dalam skema yang sudah ada tanpa perlu mengubah struktur dasar skema tersebut. Sebagai contoh, siswa yang sudah memiliki skema tentang "persegi panjang" dapat dengan mudah mengasimilasi konsep "jajaran genjang" dengan memperluas sifat-sifat keteraturan sisinya.
- **Akomodasi dan Reorganisasi Skema:** Terjadi ketika informasi baru terbukti bertentangan atau tidak dapat ditampung oleh skema yang ada (*disequilibrium*). Dalam kondisi ini, skema lama harus direstrukturisasi, dimodifikasi, atau digabungkan dengan skema lain untuk membentuk struktur

mental baru yang lebih kompleks dan komprehensif (Piaget, 1947; Skemp, 1981).

Proses integrasi skema memungkinkan siswa membangun hirarki pemikiran matematika, dari konsep dasar menuju konsep sekunder yang lebih abstrak (Orton, 1991).

3. Peran dan Kegunaan Skema dalam Pemecahan Masalah Matematika

Menurut Skemp (1981), skema memiliki tiga fungsi kognitif yang sangat vital dalam pemecahan masalah matematika (*mathematical problem solving*):

- 1. Memfasilitasi Pemahaman Bermakna (*Relational Understanding*):**

Skema memungkinkan siswa memahami *mengapa* suatu aturan atau prosedur matematika bekerja, bukan sekadar menghafal *bagaimana* cara menggunakannya (*instrumental understanding*).

- 2. Mengurangi Beban Kognitif (*Reducing Cognitive Load*):** Dengan mengelompokkan berbagai aturan dan informasi terpisah ke dalam satu kesatuan skema terintegrasi, kapasitas *working memory* dapat dihemat saat menyelesaikan masalah berbobot tinggi (Bruning et al., 1995; Journa, 1990).

- 3. Sebagai Alat Mental Pemecah Masalah (*Tool for Problem Solving*):**

Skema yang kokoh memberikan fleksibilitas kognitif bagi siswa untuk merumuskan strategi alternatif ketika satu pendekatan kalkulasi mengalami jalan buntu (Bell, 1981).

Sebagai contoh, skema kognitif tentang **Pecahan** tidak hanya mencakup ingatan visual $\frac{a}{b}$, melainkan jejaring pemahaman yang menghubungkan konsep bagian-dari-keseluruhan (*part-whole*), pembagian, rasio, pengukuran, serta posisi titik pada garis bilangan.

4. Dampak Skema yang Salah (*Miskonsepsi*) dan Pemulihannya

Salah satu tantangan terbesar dalam pembelajaran matematika adalah terbentuknya **skema yang tidak tepat** atau **miskonsepsi**. Miskonsepsi terjadi ketika siswa secara tidak tepat mengasimilasikan pengalaman baru ke dalam skema lama yang terbukti tidak cocok.

Contoh Miskonsepsi: Siswa yang telah memiliki skema kuat tentang "bilangan cacah" sering mengasumsikan bahwa bilangan dengan angka penyusun lebih banyak selalu bernilai lebih besar. Ketika memasuki materi bilangan desimal, skema ini membuat mereka menyimpulkan bahwa $0.125 > 0.4$ (karena 125 lebih besar dari 4).

Untuk memperbaiki skema yang salah ini, guru tidak bisa sekadar memberitahu jawaban yang benar atau memberikan latihan hafalan baru (Gagne, 1987).

Pemulihan skema menuntut *reframing* kognitif:

- Guru harus secara sengaja menciptakan kondisi *disequilibrium* kognitif melalui kontradiksi atau soal pemantik (*reflective questions*).
- Membimbing siswa menyadari keterbatasan skema lamanya, serta membimbing proses akomodasi kognitif hingga siswa berhasil membangun skema baru yang benar secara mandiri (Skemp, 1981).

E. RANGKUMAN

Skema menurut Richard Skemp (1981) adalah struktur kognitif mental yang mengintegrasikan jaringan konsep matematika untuk memproses dan menafsirkan informasi baru. Skema berkembang melalui asimilasi dan akomodasi kognitif (Piaget, 1947). Skema yang kaya dan terintegrasi merupakan syarat mutlak bagi tercapainya pemahaman relasional (*relational understanding*) serta efisiensi dalam pemecahan masalah (Hiebert, 1986). Pendidik matematika harus mampu mendiagnosis skema yang salah (miskonsepsi) pada siswa dan memfasilitasi reorganisasi skema melalui pembelajaran berbasis pemecahan masalah dan pertanyaan reflektif.

F. TUGAS MANDIRI MAHASISWA (3 Pertanyaan Terbuka)

Jawablah tiga pertanyaan terbuka di bawah ini secara kritis, komprehensif, dan analitis!

1. Pemodelan Skema Kognitif Konseptual:

Pilihlah satu topik matematika sekolah menengah (misalnya: **Konsep Pecahan**, **Konsep Persamaan Linier**, atau **Konsep Fungsi**). Gambarkan dan uraikan pemodelan jejaring skema kognitif yang ideal untuk topik tersebut! Jelaskan bagaimana sub-sub konsep di dalamnya saling terhubung untuk membangun pemahaman relasional (*relational understanding*) menurut Skemp (1981)!

2. Analisis Diagnosis Miskonsepsi dan Perbaikan Skema:

Sering kali siswa SMP mengaplikasikan skema perkalian bilangan cacah ke dalam materi perkalian pecahan, sehingga mereka beranggapan bahwa "*perkalian selalu menghasilkan nilai yang lebih besar*". Analisislah akar terjadinya miskonsepsi ini berdasarkan teori skemp! Rancanglah sebuah skenario pembelajaran interaktif yang secara efektif memicu *disequilibrium* untuk memperbaiki skema siswa tersebut!

3. Analisis Komparatif Teori Skema:

Bandingkan pandangan Skemp (1981) mengenai *Schema* dengan gagasan *Cognitive Schema* dari Bruning et al. (1995) dan *Assimilation-Accommodation* dari Piaget (1947)! Apa implikasi praktis dari sintesis ketiga pandangan tokoh ini terhadap penyusunan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) atau modul ajar matematika di kelas?

REFERENSI PENDUKUNG

- Bell, F. H. (1981). *Teaching and Learning Mathematics (in Secondary Schools)*. Iowa: Wm. C. Brown Company.
- Bruner, J. S. (1977). *The Process of Education*. England: Harvard University Press.
- Bruning, R. H., Schraw, G. J., & Ronning, R. R. (1995). *Cognitive Psychology and Instruction*. USA: Prentice Hall.
- Gagne, R. M. (1987). *The Condition of Learning*. New York: Holt, Inc.
- Hiebert, J. (Ed.). (1986). *Conceptual and Procedural Knowledge: The Case of Mathematics*. London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Journa, R. J. (1990). *Knowledge Representation and Symbols in the Mind*. Stauffenburg: Germany.
- Matlin, M. W. (1994). *Cognition* (3rd ed.). Harcourt Brace Publisher.
- Orton, A. (1991). *Learning Mathematics: Issue, Theory, and Classroom Practice*. New York: Cassell.
- Piaget, J. (1947). *The Psychology of Intelligence*. London: Routledge & Kegan Paul Ltd.

- Skemp, R. R., dkk. (1981). *The Process of Learning Mathematics*. Manchester University.

Pertemuan VIII: The Formation of Mathematical Concept (Skemp)

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran pada Pertemuan VIII ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Memahami proses pembentukan konsep matematika menurut Richard Skemp.
2. Menjelaskan tahapan abstraksi dalam pembentukan konsep.
3. Membedakan konsep primer dan konsep sekunder dalam matematika.
4. Mengkaji pentingnya bahasa dan simbolisasi dalam mengukuhkan konsep.

B. INDIKATOR KEBERHASILAN

Mahasiswa dinyatakan berhasil mencapai tujuan pembelajaran apabila:

1. Mahasiswa mampu menjelaskan hierarki pembentukan konsep secara rinci.
2. Mahasiswa dapat memberikan contoh konsep primer dan sekunder secara tepat.
3. Mahasiswa mampu merancang langkah-langkah mengajarkan konsep abstrak agar bermakna.
4. Mahasiswa menguasai literatur Skemp dan mempresentasikannya dengan baik.

C. METODE, PENILAIAN, DAN PENUGASAN TERSTRUKTUR

- **Metode Pengajaran:** Ekspositori, pemecahan masalah, dan presentasi.
- **Bentuk Penilaian:** Kuis formatif pra-UTS dan kelengkapan makalah.

- **Penugasan Terstruktur:** Merancang LKS (Lembar Kerja Siswa) yang berfokus pada pembentukan konsep matematika baru.

D. URAIAN MATERI PEMBELAJARAN

1. Pembentukan Konsep Matematika Menurut Richard Skemp

Richard R. Skemp dalam karya utamanya *The Process of Learning Mathematics* (1981) menjelaskan bahwa matematika bukanlah sekadar kumpulan rumus atau Prosedur hitung, melainkan sebuah struktur kognitif yang terdiri dari jaringan konsep-konsep yang saling berhubungan. Skemp mendefinisikan **konsep** sebagai abstraksi mental yang terbentuk ketika individu menyadari adanya kesamaan sifat atau pola (*common properties*) dari sekumpulan pengalaman atau objek yang berbeda.

Dalam kognisi manusia, pembentukan konsep memungkinkan individu mengklasifikasikan informasi baru dengan cepat tanpa harus mempelajari setiap objek dari awal. Tanpa pembentukan konsep yang matang, pembelajaran matematika akan terjebak dalam hafalan instruksional terisolasi (*mechanical learning*) yang rapuh dan mudah dilupakan (Hiebert, 1986; Orton, 1991).

2. Tahapan Abstraksi dan Hierarki Konsep

Proses utama dalam pembentukan konsep adalah **abstraksi**, yaitu aktivitas kognitif untuk memisahkan sifat umum suatu ide dari pengalaman konkret individu. Abstraksi berlangsung secara bertahap dan membentuk struktur yang highly hierarchical (hierarkis tinggi).

Menurut Skemp (1981), matematika dibangun secara bertingkat: konsep tingkat tinggi (*higher-order concepts*) hanya dapat dibentuk apabila konsep-konsep dasar di bawahnya (*lower-order concepts*) telah terkonsolidasi dengan sempurna dalam memori jangka panjang. Sebagai contoh, untuk memahami konsep "Turunan" (Kalkulus), seorang siswa harus terlebih dahulu menguasai konsep "Laju Perubahan", yang didasari oleh konsep "Gradien", "Fungsi", hingga konsep dasar "Persamaan Linier". Kegagalan dalam memahami satu konsep pada tingkat bawah akan

menghambat pembentukan seluruh skema kognitif matematika di tingkat atasnya (Piaget, 1947; Skemp, 1981).

3. Konsep Primer (*Primary Concepts*) vs. Konsep Sekunder (*Secondary Concepts*)

Skemp membagi konsep matematika ke dalam dua kategori fundamental berdasarkan asal-usul pembentukannya:

- **Konsep Primer (*Primary Concepts*):** Konsep yang diturunkan secara langsung dari pengalaman inderawi atau interaksi fisik dengan dunia nyata. Konsep ini tidak dapat didefinisikan secara verbal kepada seseorang yang belum pernah mengalaminya secara fisik.
 - *Contoh:* Konsep warna "merah", bentuk fisik "lingkaran", atau kuantitas "tiga" pada tingkat pendidikan anak usia dini/SD dasar. Anak membentuk konsep ini dengan melihat, memegang, dan mengelompokkan benda-benda riil (Bell, 1981).
- **Konsep Sekunder (*Secondary Concepts*):** Konsep abstrak yang dibentuk bukan dari objek fisik lingkungan, melainkan dari abstraksi atas konsep-konsep lain yang sudah ada di dalam pikiran. Hampir seluruh materi matematika tingkat menengah dan tinggi terdiri dari konsep sekunder.
 - *Contoh:* Konsep "Matriks", "Matematika Vektor", "Bilangan Prima", atau "Grup Abstrak". Konsep sekunder hanya dapat diajarkan jika siswa sudah memiliki konsep-konsep pendukungnya di dalam struktur mental mereka.

4. Peran Bahasa dan Simbolisasi dalam Mengukuhkan Konsep

Konsep merupakan konstruksi mental yang tidak terlihat. Agar sebuah konsep dapat disimpan, dipanggil kembali (*retrieved*), dan dimanipulasi secara kognitif, konsep tersebut memerlukan **simbol** (dapat berupa kata, notasi, atau gambar) (Journ, 1990; Skemp, 1981).

Fungsi utama simbolisasi menurut Skemp adalah:

1. **Mengikat Konsep (*Attaching the concept*):** Simbol bertindak sebagai "jangkar" kognitif yang mengkristalkan pemahaman abstrak menjadi bentuk yang konkret.
2. **Memfasilitasi Komunikasi:** Memungkinkan ide-ide matematis yang rumit untuk ditransfer dan didiskusikan antar-individu.
3. **Mengurangi Beban Kognitif (*Cognitive Load*):** Notasi singkat seperti $\int_a^b f(x)dx$ merepresentasikan gagasan penjumlahan kontinu yang sangat kompleks hanya dalam satu baris simbol.

Namun, Skemp memberikan peringatan keras mengenai bahaya *premature symbolization* (pemberian simbol yang terlalu dini). Jika guru memperkenalkan simbol dan rumus formal matematika sebelum siswa membentuk konsep dasar di baliknya, siswa hanya akan menghafal manipulasi simbol tanpa makna (*empty symbol manipulation*), yang menjadi akar utama kegagalan pembelajaran matematika di sekolah (Orton, 1991; Skemp, 1981).

E. RANGKUMAN

Menurut Richard Skemp (1981), pembentukan konsep matematika merupakan proses kognitif abstraksi bermakna yang tersusun secara hierarkis. Konsep dibedakan menjadi konsep primer (berbasis pengalaman inderawi) dan konsep sekunder (berbasis abstraksi konsep lain). Bahasa dan simbol berfungsi mengukuhkan serta memfasilitasi komunikasi ide matematis. Pendidik harus memastikan bahwa pendedahan simbol formal dilakukan *setelah* konsep mendasar terbentuk dalam kognisi siswa, untuk menghindari hafalan prosedural yang hampa makna.

F. TUGAS MANDIRI MAHASISWA (3 Pertanyaan Terbuka)

Jawablah tiga pertanyaan terbuka di bawah ini dengan menganalisis secara teoritis serta mengintegrasikan pandangan Skemp (1981) dan referensi relevan lainnya!

1. Analisis Kegagalan Pembentukan Konsep Sekunder:

Banyak siswa SMA kesulitan memahami konsep sekunder seperti "**Fungsi Invers**" atau "**Turunan Fungsi**". Berdasarkan teori hierarki pembentukan konsep Skemp, lakukan analisis kognitif mengapa kegagalan ini terjadi! Konsep-konsep primer atau sekunder tingkat bawah apa saja yang kemungkinan besar belum terbangun secara kokoh pada mental siswa tersebut?

2. Rancangan LKS Berbasis Pembentukan Konsep (Tugas Utama):

Pilihlah satu konsep matematika baru untuk jenjang SMP/SMA (misalnya: *Konsep Matriks*, *Konsep Limit Fungsi*, atau *Konsep Peluang*). Rancanglah alur Lembar Kerja Siswa (LKS) yang secara sistematis membimbing siswa melakukan abstraksi dari pengalaman konkret/semi-konkret menuju pembentukan simbol matematika formal, sesuai dengan prinsip-prinsip Skemp!

3. Sintesis Komparatif Skemp dan Bruner:

Bandingkan pandangan Skemp mengenai transisi dari *Primary Concepts* ke *Secondary Concepts* serta peran simbol dengan teori representasi Bruner (1977) (*Enactive, Iconic, Symbolic*)! Di mana titik temu dan perbedaan utama dari kedua pandangan tokoh psikologi kognitif tersebut dalam menjelaskan proses pemahaman matematis anak?

Pertemuan X: Tulving Theory of Memory: Episodes, All or Nothing?

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran pada Pertemuan X ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Memahami teori memori Tulving (Episodik vs. Semantik).
2. Menganalisis gagasan "episodes, all or nothing" terkait representasi pengetahuan.
3. Menghubungkan teori memori Tulving dengan retensi informasi matematika.
4. Merumuskan cara mengatasi siswa yang cepat lupa terhadap rumus matematika.

B. INDIKATOR KEBERHASILAN

Mahasiswa dinyatakan berhasil mencapai tujuan pembelajaran apabila:

1. Mahasiswa dapat membedakan memori episodik dan memori semantik.
2. Mahasiswa mampu memberikan contoh representasi simbol dalam pikiran (*mind*).
3. Mahasiswa mampu menyusun teknik mengingat matematika berbasis teori Tulving.
4. Mahasiswa berhasil melakukan kajian literatur Jurna secara kritis.

C. METODE, PENILAIAN, DAN PENUGASAN TERSTRUKTUR

- **Metode Pengajaran:** Diskusi kelas, tanya jawab, dan penugasan.

- **Bentuk Penilaian:** Keaktifan mahasiswa di kelas dan penilaian analisis literatur.
- **Penugasan Terstruktur:** Membaca dan meringkas literatur Journa (1990) tentang *Knowledge Representation and Symbols in the Mind*.

D. URAIAN MATERI PEMBELAJARAN

1. Arsitektur Memori Tulving: Memori Episodik vs. Memori Semantik

Dalam kajian psikologi kognitif, Endel Tulving membagi sistem memori jangka panjang (*long-term memory*) deklaratif menjadi dua kategori utama, yaitu **memori episodik** dan **memori semantik** (Matlin, 1994).

- **Memori Episodik (*Episodic Memory*):** Merupakan sistem penyimpanan memori yang merekam pengalaman-pengalaman pribadi individu yang terikat secara spesifik oleh dimensi waktu dan tempat (*temporal-spatial context*). Dalam konteks kelas, memori episodik mencatat peristiwa emosional atau visual saat pembelajaran terjadi, misalnya ketika seorang siswa mengingat momen saat gurunya melakukan peragaan memotong kue untuk menjelaskan konsep pecahan.
- **Memori Semantik (*Semantic Memory*):** Merupakan struktur penyimpanan pengetahuan yang terorganisasi berupa fakta, konsep, aturan, prinsip, dan jaringan hubungan abstrak tanpa terikat pada waktu dan tempat saat informasi tersebut pertama kali dipelajari (Journa, 1990). Rumus matematika seperti $a^2 + b^2 = c^2$ atau definisi "fungsi bijeksi" tersimpan di dalam memori semantik.

2. Gagasan "Episodes, All or Nothing" dalam Representasi Pengetahuan

R. J. Journa (1990) dalam karyanya *Knowledge Representation and Symbols in the Mind* menelaah bagaimana representasi pengetahuan dan simbol-simbol matematis terbentuk di dalam pikiran (*mind*). Salah satu isu kritis yang diangkat adalah dikotomi fenomena "*episodes, all or nothing*".

Gagasan ini mengimplikasikan bahwa jejak ingatan episodik sering kali terekam secara utuh (*all*) apabila didukung oleh derajat keterlibatan emosional, sensori, dan kontekstual yang tinggi, atau sebaliknya gagal diakses sama sekali (*nothing*) ketika pembelajaran berlangsung secara garing, monoton, dan tanpa makna. Jika suatu pengalaman belajar tidak meninggalkan jejak episodik yang kuat, proses pemindahan (*encoding*) informasi menuju jaringan pengetahuan semantik menjadi sangat rapuh. Akibatnya, representasi simbol matematis dalam pikiran siswa tidak memiliki "akar" kognitif yang kokoh (Journé, 1990; Skemp, 1981).

3. Fenomena Lupa Rumus dan Retensi Informasi Matematika

Mengapa siswa sering kali cepat lupa terhadap rumus matematika yang baru saja dipelajari? Masalah utama dalam pembelajaran matematika tradisional adalah kecenderungan guru untuk memaksakan rumus secara langsung ke dalam memori semantik siswa dalam bentuk pengetahuan prosedural terisolasi (Hiebert, 1986; Orton, 1991).

Ketika siswa hanya menghafal deretan simbol tanpa melalui episode pembuktian, eksplorasi, atau pemecahan masalah yang berkesan (Gagné, 1987), informasi tersebut hanya bertahan di *working memory* jangka pendek dan dengan cepat mengalami kepunahan (*decay*). Tanpa adanya *episodic anchoring* (penjangkaran episodik) yang kaya, otak siswa gagal membangun koneksi antar-skema dalam jaringan semantik, sehingga retensi informasi matematika menjadi sangat rendah (Bruning et al., 1995).

4. Strategi Pedagogis Mengatasi Lupa Berbasis Teori Memori

Untuk meningkatkan retensi dan mengatasi sifat cepat lupa pada siswa, pendidik dapat menerapkan strategi pemrosesan ganda (*dual-coding*) dan konstruksi skema:

- **Penciptaan *Episodic Anchors* yang Kuat:** Hubungkan materi abstrak dengan pengalaman sensori atau simulasi interaktif. Pengalaman penemuan mandiri (*discovery learning* - Bruner, 1977) menciptakan episode belajar bernilai tinggi yang memicu efek memori *all* daripada *nothing*.

- **Integrasi Jaringan Semantik:** Hindari menyajikan rumus sebagai fakta yang berdiri sendiri. Kaitkan rumus baru dengan konsep-konsep lama yang telah mengakar dalam struktur kognitif siswa (Skemp, 1981).
- **Praktik Penarikan Terjadual (*Spaced Retrieval Practice*):** Mengajak siswa memanggil kembali ingatan secara berkala dalam konteks soal yang bervariasi untuk mentransformasikan jejak episodik menjadi memori semantik yang tahan lama (*durable*).

E. RANGKUMAN

Teori memori Endel Tulving membedakan antara memori episodik (pengalaman terikat waktu/tempat) dan memori semantik (pengetahuan fakta/konsep) (Matlin, 1994). Kajian Journa (1990) menegaskan bahwa representasi simbol matematika di dalam pikiran sangat dipengaruhi oleh kualitas rekaman episodik (*episodes, all or nothing*). Penyebab utama siswa cepat lupa terhadap rumus matematika adalah pembelajaran yang mengabaikan pembentukan episode bermakna dan gagal mengintegrasikan rumus ke dalam jaringan semantik siswa. Pendidik harus merancang pembelajaran matematika yang kaya konteks sensori, penalaran konseptual, dan penjangkaran episodik untuk menjamin retensi memori jangka panjang yang tinggi.

F. TUGAS MANDIRI MAHASISWA (3 Pertanyaan Terbuka)

Jawablah tiga pertanyaan terbuka di bawah ini secara kritis, analitis, dan sistematis dengan merujuk pada literatur Journa (1990), Tulving, dan referensi psikologi kognitif terkait!

1. Analisis Kegagalan Retensi Memori:

Banyak siswa mampu mengingat dengan jelas suasana kelas saat guru mengajar (memori episodik), namun gagal total saat diminta mengingat rumus atau konsep matematika yang diajarkan pada hari itu (memori semantik). Analisislah fenomena

ini menggunakan kerangka berpikir Journa (1990) mengenai representasi pengetahuan dan simbol di dalam pikiran!

2. Rancangan Strategi *Episodic-to-Semantic Transfer*:

Pilihlah satu rumus matematika yang sering dikeluhkan sulit diingat oleh siswa (misalnya: **Rumus Luas Permukaan Bola** atau **Rumus Luas Segitiga Sembarang dengan Trigonometri**). Rancanglah sebuah skenario aktivitas kelas yang secara sengaja menciptakan episode pembelajaran berkesan (*high-impact episodic event*) untuk membimbing siswa mengonstruksi pemahaman semantik dari rumus tersebut!

3. Telaah Kritis Fenomena *"All or Nothing"*:

Bagaimana Anda menginterpretasikan konsep *"episodes, all or nothing"* dalam konteks pemrosesan simbol matematis menurut Journa (1990)? Implikasi pedagogis apa yang harus diantisipasi oleh seorang guru matematika agar siswa tidak mengalami kegagalan memori tipe *"nothing"* saat berhadapan dengan soal-soal pemecahan masalah (*problem solving*) pada ujian?

Pertemuan XI: Cognitive Process Among Illiterate Children and Adult (Berry & Dasen)

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran pada Pertemuan XI ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Menganalisis lintas-budaya (*cross-cultural*) terkait proses kognitif.
2. Memahami perbedaan proses kognitif anak-anak/dewasa tuna aksara (*illiterate*).
3. Mengidentifikasi dampak budaya dan literasi terhadap cara berhitung secara mental.
4. Menyintesiskan temuan Berry & Dasen dengan kondisi pendidikan di daerah 3T.

B. INDIKATOR KEBERHASILAN

Mahasiswa dinyatakan berhasil mencapai tujuan pembelajaran apabila:

1. Mahasiswa menguraikan faktor budaya yang mempengaruhi kognisi.
2. Mahasiswa dapat menjelaskan perbedaan pendekatan kognitif kelompok *illiterate*.
3. Mahasiswa mampu menemukan contoh *ethnomathematics* (matematika budaya lokal).
4. Mahasiswa menghasilkan telaah kritis terhadap fenomena budaya dan kognisi.

C. METODE, PENILAIAN, DAN PENUGASAN TERSTRUKTUR

- **Metode Pengajaran:** Inkuiri berbasis masalah budaya, diskusi, dan ekspositori.
- **Bentuk Penilaian:** Penyajian diskusi dan makalah kelompok.
- **Penugasan Terstruktur:** Mencari dan mempresentasikan artikel jurnal tentang *Ethnomathematics* atau *Culture and Cognition*.

D. URAIAN MATERI PEMBELAJARAN

1. Pendekatan Lintas-Budaya (*Cross-Cultural*) dalam Psikologi Kognitif

Perspektif kognitif tradisional sering kali mengasumsikan bahwa perkembangan kognitif bersifat universal dan berlangsung secara seragam di seluruh belahan dunia. Namun, John W. Berry dan Pierre R. Dasen melalui karya monumental mereka, *Culture and Cognition: Readings in Cross-Cultural Psychology* (1974), menyanggah pandangan absolut tersebut. Berry & Dasen menegaskan bahwa kognisi manusia sangat terikat oleh konteks ekologis dan budaya (*ecocultural framework*).

Struktur kognitif dan kompetensi mental berkembang sebagai bentuk adaptasi terhadap tuntutan lingkungan hidup. Keterampilan kognitif yang dihargai dan dikembangkan oleh suatu masyarakat adalah keterampilan yang paling relevan untuk kelangsungan hidup mereka dalam lingkungan ekologisnya (Berry & Dasen, 1974). Oleh karena itu, tingkat perkembangan kognitif tidak dapat diukur secara adil hanya menggunakan instrumen standar yang dirancang dalam budaya barat yang terliterasi (Matlin, 1994).

2. Proses Kognitif Kelompok Tuna Aksara (*Illiterate Children and Adults*)

Ketiadaan akses terhadap pendidikan formal dan literasi tertulis (*illiteracy*) sering kali dipersepsikan secara keliru sebagai bentuk keterbelakangan intelek. Penelitian lintas-budaya menunjukkan bahwa anak-anak dan orang dewasa tuna aksara mengembangkan struktur kognitif dan strategi matematika mental yang sangat adaptif, terorganisasi, dan fungsional.

Perbedaan mendasar antara kelompok *illiterate* dan kelompok terliterasi (*literate*) terletak pada mode representasi pengetahuannya:

- **Pengetahuan Kontekstual vs. Abstrak:** Kelompok tuna aksara menyelesaikan masalah matematis dengan menautkan kalkulasi secara langsung pada objek konkret, nilai ekonomi riil, atau transaksi sehari-hari (seperti perdagangan di pasar tradisional atau pertanian) (Berry & Dasen, 1974).
- **Penceplokkan Algoritma Oral:** Tanpa bantuan media kertas dan simbol tertulis, individu tuna aksara mengandalkan penalaran matematika lisan (*oral arithmetic*) melalui dekomposisi angka, estimasi intuitif, dan pengelompokan ulang yang fleksibel (Skemp, 1981).
- **Memori Spasial dan Efisiensi Penalaran:** Kelompok tuna aksara kerap menunjukkan keunggulan pada penalaran spasial, visualisasi, dan memori kerja kontekstual dibandingkan kemampuan manipulasi simbolis formal (Orton, 1991).

3. Dampak Budaya dan Literasi terhadap Berhitung Mental dan *Ethnomathematics*

Literasi formal memperkenalkan simbol penulisan abstrak yang memungkinkan penalaran matematika tingkat lanjut (seperti aljabar dan kalkulus) (Journa, 1990). Namun, literasi sekolah juga berisiko mengikis intuisi bilangan jika pengajarannya hanya berfokus pada hafalan prosedur mekanis (*rote learning*) (Hiebert, 1986; Skemp, 1981).

Kajian Berry & Dasen (1974) menjadi salah satu fondasi lahirnya disiplin **Etnomatematika (*Ethnomathematics*)**. Etnomatematika meneliti praktik-praktik matematis yang dijumpai dalam kelompok budaya teridentifikasi, seperti pola tenun tradisional, sistem penanggalan adat, struktur arsitektur rumah adat, dan unit pengukuran lokal. Aktivitas-aktivitas ini membuktikan bahwa konsep matematika dasar (seperti geometri, simetri, perbandingan, dan kombinatorika) telah

dipraktikkan secara reflektif oleh masyarakat lokal tanpa membutuhkan simbolisasi sekolah formal (Bruner, 1977; Orton, 1991).

4. Sintesis Temuan Berry & Dasen dengan Kondisi Pendidikan di Daerah 3T

Dalam konteks pendidikan nasional di Indonesia, khususnya di wilayah Terdepan, Terpencil, dan Tertinggal (3T), temuan Berry & Dasen memiliki implikasi pedagogis yang sangat krusial:

- **Mengubah Pandangan *Deficit Model* Menjadi *Difference Model*:**
Pendidik tidak boleh memandang siswa di daerah 3T yang belum lancar membaca/menulis sebagai individu yang kekurangan kapasitas intelektual. Mereka memiliki skema kognitif ekologis yang kaya, yang terbentuk dari interaksi mereka dengan alam dan budaya lokal (Piaget, 1947; Setiono, 199..).
- **Pembelajaran Berbasis Kebudayaan (*Culturally Responsive Mathematics Teaching*):** Pembelajaran matematika di daerah 3T harus menjembatani pengetahuan matematika informal (etnomatematika lokal) menuju matematika formal sekolah. Mengabaikan skema budaya lokal siswa akan memicu *disequilibrium* yang menghambat asimilasi dan akomodasi pengetahuan baru (Piaget, 1947; Skemp, 1981).

E. RANGKUMAN

Kajian lintas-budaya Berry & Dasen (1974) membuktikan bahwa proses kognitif dan kemampuan matematis manusia dibentuk secara signifikan oleh tuntutan ekologis, budaya, dan pengalaman literasi. Ketiadaan literasi formal pada anak atau dewasa tuna aksara tidak mencerminkan ketiadaan inteligensi matematis, melainkan mendorong berkembangnya strategi berhitung mental oral dan etnomatematika yang adaptif. Bagi pendidikan matematika di daerah 3T, pendidik harus memanfaatkan skema kognitif dan kearifan budaya lokal sebagai pijakan (*scaffolding*) untuk mengonstruksi pemahaman matematika formal yang bermakna.

F. TUGAS MANDIRI MAHASISWA (3 Pertanyaan Terbuka)

Jawablah tiga pertanyaan terbuka di bawah ini secara mendalam, analitis, dan kritis dengan mengintegrasikan landasan teori Berry & Dasen (1974) serta referensi psikologi kognitif terkait!

1. Analisis Perbandingan Strategi Berhitung:

Seorang pedagang anak tuna aksara di pasar tradisional mampu menghitung kembalian uang transaksi kompleks dengan sangat cepat secara mental tanpa kesalahan. Namun, saat diberi tes tertulis berupa soal cerita matematika yang senilai di dalam kelas, anak tersebut gagal menyelesaikannya. Analisislah fenomena kognitif ini menggunakan perspektif Berry & Dasen (1974) mengenai representasi pengetahuan kontekstual vs. manipulasi simbolis tertulis!

2. Kajian Etnomatematika dan Perancangan Pembelajaran:

Identifikasilah satu praktik budaya lokal atau etnomatematika yang ada di daerah Anda (misalnya: pola ukiran, sistem takaran tradisional, atau permainan anak daerah)! Jelaskan konsep matematika apa saja yang tersembunyi di dalam praktik tersebut dan susunlah strategi instruksional singkat untuk mengintegrasikan etnomatematika tersebut ke dalam pembelajaran matematika kelas!

3. Kritik Teoretis terhadap Teori Perkembangan Piaget:

Teori perkembangan kognitif Piaget (1947) menyatakan bahwa tahap Operasional Formal dicapai secara hierarkis dan universal pada usia remaja. Berdasarkan temuan lintas-budaya Berry & Dasen (1974), lakukan evaluasi kritis terhadap klaim universalitas Piaget tersebut! Mengapa pengujian tahap kognitif Piagetian sering kali bias budaya (*culturally biased*) jika diterapkan pada masyarakat non-literat di daerah remote/3T?

Pertemuan XII: Cognitive Approaches to Mathematics (Bruning)

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran pada Pertemuan XII ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Memahami berbagai pendekatan kognitif dalam instruksi matematika.
2. Menelaah bagaimana psikologi kognitif merumuskan kurikulum matematika.
3. Mengidentifikasi kelemahan pendekatan behavioristik dibanding kognitif dalam matematika.
4. Merancang evaluasi pembelajaran matematika berbasis pendekatan kognitif.

B. INDIKATOR KEBERHASILAN

Mahasiswa dinyatakan berhasil mencapai tujuan pembelajaran apabila:

1. Mahasiswa mampu merangkum pendekatan kognitif dari Bruning.
2. Mahasiswa dapat menyandingkan pendekatan kognitif dengan konstruktivisme.
3. Mahasiswa mampu membuat draf strategi mengajar matematika yang holistik.
4. Mahasiswa dapat memberikan kritik konstruktif terhadap pendekatan ini.

C. METODE, PENILAIAN, DAN PENUGASAN TERSTRUKTUR

- **Metode Pengajaran:** Pemecahan masalah (*problem solving*), penugasan, dan presentasi.
- **Bentuk Penilaian:** Rubrik portofolio tugas dan performa presentasi.
- **Penugasan Terstruktur:** Mendesain modul/RPP singkat berbasis pendekatan kognitif.

D. URAIAN MATERI PEMBELAJARAN

1. Pendekatan Kognitif dalam Instruksi Matematika Menurut Bruning

Roger H. Bruning, Gregory J. Schraw, dan Ronald R. Ronning dalam karya *Cognitive Psychology and Instruction* (1995) menegaskan bahwa pembelajaran matematika yang efektif harus berfokus pada bagaimana pembelajar merepresentasikan, memproses, menyimpan, dan memanggil kembali informasi matematis dalam kognisi mereka. Berbeda dengan pandangan tradisional yang menekankan pembentukan kebiasaan luar, pendekatan kognitif menempatkan struktur mental internal, kesadaran metakognitif, dan pemaknaan konseptual sebagai pusat dari seluruh rancangan instruksional (Matlin, 1994).

Dalam perumusan kurikulum matematika berbasis psikologi kognitif, fokus utama digeser dari sekadar cakupan materi (*content coverage*) menuju penguasaan strategi pemecahan masalah (*problem-solving strategies*), integrasi skema kognitif, dan pemahaman mendalam (*deep understanding*) (Bruning et al., 1995; Hiebert, 1986).

2. Perbandingan Paradigma: Behavioristik vs. Kognitif dalam Matematika

Untuk memahami superioritas pendekatan kognitif, penting untuk membandingkannya dengan paradigma behavioristik (seperti teori *conditioning* atau *drill* mekanis Gagne, 1987):

- **Pendekatan Behavioristik:** Memandang belajar matematika sebagai pembentukan asosiasi antara stimulus (soal) dan respon (jawaban) melalui penguatan (*reinforcement*) dan latihan berulang (*drill-and-practice*).

Kelemahannya, pendekatan ini menghasilkan pengetahuan prosedural yang terfragmentasi, cepat dilupakan, dan membuat siswa gagal mentransfer keterampilan pada konteks masalah baru non-rutin (Orton, 1991; Skemp, 1981).

- **Pendekatan Kognitif:** Memandang belajar matematika sebagai proses konstruksi aktif model mental yang terintegrasi. Pembelajar dibimbing untuk menghubungkan pengetahuan prosedural dengan pengetahuan konseptual, memahami *mengapa* suatu aturan berlaku, dan secara sadar mengontrol proses berpikir mereka sendiri (*metacognition*) (Bruning et al., 1995; Hiebert, 1986).

3. Menyandingkan Pendekatan Kognitif dengan Konstruktivisme

Pendekatan kognitif Bruning et al. (1995) dan pandangan konstruktivisme (Piaget, 1947; Skemp, 1981) memiliki irisan mendasar: keduanya menolak kepasifan pembelajar. Namun, terdapat penekanan spesifik yang saling melengkapi:

- **Fokus Kognitif (Bruning):** Menekankan pada arsitektur pengolahan informasi—bagaimana kapasitas *working memory*, penyandian (*encoding*), pengorganisasian skema memori jangka panjang, dan representasi simbol terjadi di dalam pikiran (Journé, 1990; Matlin, 1994).
- **Fokus Konstruktivis:** Menekankan pada proses aktif di mana individu membangun pengetahuannya sendiri melalui reorganisasi struktur kognitif (*equilibrating process*) saat mengalami ketidakseimbangan kognitif (*disequilibrium*) (Piaget, 1947).

Penggabungan kedua pendekatan ini melahirkan strategi mengajar yang holistik, di mana guru bertindak sebagai fasilitator yang menyediakan *scaffolding* kognitif, merangsang refleksi metakognitif, dan memfasilitasi eksplorasi mandiri (Bruner, 1977; Bruning et al., 1995).

4. Evaluasi Pembelajaran Matematika Berbasis Kognitif

Evaluasi dalam pendekatan kognitif tidak lagi didominasi oleh tes pilihan ganda atau soal hitungan mekanis yang hanya menilai hasil akhir. Evaluasi kognitif bertujuan untuk mengeksplorasi **proses mental** dan **struktur skema** siswa (Bruning et al., 1995).

Bentuk evaluasi berbasis kognitif meliputi:

- **Asesmen Kinerja & Pemecahan Masalah Non-Rutin:** Menguji kemampuan transfer pengetahuan pada situasi kompleks (Bell, 1981).
- **Prosedur *Think-Aloud* & Wawancara Klinis:** Meminta siswa mengungkapkan alur berpikir mereka secara lisan saat menyelesaikan soal untuk mendeteksi miskonsepsi (Skemp, 1981).
- **Jurnal Reflektif & Portofolio:** Menilai perkembangan metakognisi dan kemampuan *self-monitoring* siswa dari waktu ke waktu (Bruning et al., 1995).

E. RANGKUMAN

Pendekatan kognitif menurut Bruning et al. (1995) mentransformasi pembelajaran matematika dengan berfokus pada arsitektur pemrosesan informasi, metakognisi, dan pembangunan skema mental yang koheren. Berbeda dengan pendekatan behavioristik yang pasif dan mengandalkan hafalan mekanis (*rote drill*), pendekatan kognitif bersinergi dengan konstruktivisme untuk memfasilitasi pemahaman konseptual yang mendalam (Hiebert, 1986; Piaget, 1947). Evaluasi berbasis kognitif menekankan pada asesmen proses berpikir, deteksi miskonsepsi, dan pengembangan kesadaran metakognitif siswa secara holistik.

F. TUGAS MANDIRI MAHASISWA (3 Pertanyaan Terbuka)

Jawablah tiga pertanyaan terbuka di bawah ini secara komprehensif, analitis, dan kritis dengan mengintegrasikan landasan teori Bruning et al. (1995) serta referensi relevan lainnya!

1. **Analisis Kritis Behaviorisme vs. Kognitivisme:**

Dalam praktik lapangan, masih banyak guru matematika yang mengandalkan teknik *drill* (latihan soal sejenis secara masif) untuk menghadapi ujian nasional/utbk. Berdasarkan kritik Bruning et al. (1995) dan Orton (1991) terhadap pendekatan behavioristik, analisislah dampak jangka panjang dari praktik ini terhadap struktur memori jangka panjang dan kemampuan transfer pemecahan masalah (*problem solving*) siswa!

2. **Perancangan Evaluasi Kognitif Non-Tradisional:**

Pilihlah satu topik matematika sekolah menengah (misalnya: **Kalkulus Dasar** atau **Trigonometri**). Buatlah rancangan instrumen evaluasi kognitif non-tradisional (bukan tes pilihan ganda) yang dilengkapi dengan rubrik penilaian untuk mengukur tiga aspek: pemahaman konseptual, penggunaan strategi pemecahan masalah, dan kesadaran metakognitif siswa!

3. **Sintesis Strategi Mengajar Holistik (Tugas Utama):**

Integrasikan konsep arsitektur pengolahan informasi dari Bruning et al. (1995) dengan teori *Scaffolding* dan *Constructivism* (Bruner, 1977; Piaget, 1947) ke dalam sebuah draf strategi mengajar matematika holistik! Bagaimana strategi yang Anda susun dapat mengelola beban kognitif (*cognitive load*) siswa saat mereka mempelajari materi matematika yang sangat kompleks?

Pertemuan XIII: Conceptual and Procedural Knowledge (Hiebert)

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran pada Pertemuan XIII ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Membedakan antara pengetahuan konseptual dan prosedural dalam matematika.
2. Menganalisis interaksi dan hubungan timbal balik di antara keduanya.
3. Mengidentifikasi masalah jika siswa hanya memiliki pengetahuan prosedural tanpa konseptual.
4. Merumuskan strategi menyeimbangkan pengetahuan konseptual dan prosedural di kelas.

B. INDIKATOR KEBERHASILAN

Mahasiswa dinyatakan berhasil mencapai tujuan pembelajaran apabila:

1. Mahasiswa dapat menguraikan definisi konseptual vs. prosedural (Hiebert).
2. Mahasiswa mampu memberikan 3 contoh kasus ketimpangan prosedural-konseptual.
3. Mahasiswa dapat merancang instrumen tes yang mengukur dua aspek pengetahuan ini.
4. Mahasiswa mampu membedah kasus matematika sekolah dasar/menengah terkait isu ini.

C. METODE, PENILAIAN, DAN PENUGASAN TERSTRUKTUR

- **Metode Pengajaran:** Diskusi studi kasus, inkuiri, dan tanya jawab.
- **Bentuk Penilaian:** Penilaian tugas merancang soal tes kognitif dan keaktifan debat.
- **Penugasan Terstruktur:** Telaah kritis buku/artikel Hiebert (1986) mengenai *Conceptual and Procedural Knowledge*.

D. URAIAN MATERI PEMBELAJARAN

1. Definisi Pengetahuan Konseptual vs. Prosedural Menurut Hiebert

James Hiebert dalam karyanya *Conceptual and Procedural Knowledge: The Case of Mathematics* (1986) membagi pengetahuan matematika menjadi dua bentuk utama yang saling melengkapi:

- **Pengetahuan Konseptual (*Conceptual Knowledge*):** Dipahami sebagai pengetahuan yang kaya akan jaringan hubungan (*network of relationships*). Suatu unit informasi terhubung dengan unit informasi lain sehingga membentuk satu kesatuan skema kognitif yang utuh (Skemp, 1981). Pengetahuan konseptual ditandai dengan pemahaman tentang *mengapa* suatu prinsip matematis berlaku, sifat-sifat dasar yang melatarbelakangnya, serta keterkaitan antarkonsep (misalnya: hubungan antara pecahan, desimal, dan persentase).
- **Pengetahuan Prosedural (*Procedural Knowledge*):** Terdiri dari dua bagian utama, yaitu (1) penguasaan bahasa simbolik matematika (notasi, bentuk ekspresi), dan (2) pengetahuan tentang aturan, algoritma, serta langkah-langkah berurutan untuk menyelesaikan tugas-tugas matematis. Pengetahuan ini berfokus pada *bagaimana* cara melakukan suatu kalkulasi secara efisien dan akurat (Gagne, 1987).

2. Interaksi dan Hubungan Timbal Balik

Hiebert (1986) menekankan bahwa pembelajaran matematika yang ideal tidak menempatkan kedua pengetahuan ini dalam dikotomi yang terpisah, melainkan dalam hubungan timbal balik yang harmonis.

- **Dampak Konseptual terhadap Prosedural:** Pengetahuan konseptual memberikan *makna* pada prosedur. Ketika siswa memahami konsep dasar di balik suatu algoritma, mereka dapat mengingat prosedur tersebut lebih lama, menggunakannya secara fleksibel, serta merekonstruksi kembali langkah-langkah hitungan jika lupa.
- **Dampak Prosedural terhadap Konseptual:** Penguasaan prosedur yang otomatis dan efisien mengurangi beban kognitif (*cognitive load*) pada *working*

memory (Bruning et al., 1995; Journa, 1990). Hal ini memberi ruang kognitif bagi siswa untuk memikirkan hubungan konseptual tingkat tinggi dan strategi pemecahan masalah non-rutin (Bell, 1981; Orton, 1991).

3. Bahaya Ketimpangan: Prosedural Tanpa Konseptual

Ketika pembelajaran matematika tergelincir pada *rote learning* (hafalan prosedur terisolasi), terjadi ketimpangan kognitif di mana pengetahuan prosedural siswa jauh melampaui pengetahuan konseptualnya (Skemp, 1981).

Berikut 3 contoh kasus ketimpangan yang sering dijumpai di sekolah dasar/menengah:

1. **Pembagian Pecahan:** Siswa terampil menggunakan aturan "balik dan kalikan" ($\frac{a}{b} \div \frac{c}{d} = \frac{a}{b} \times \frac{d}{c}$), tetapi gagal total ketika diminta menjelaskan mengapa pembagian dengan pecahan menghasilkan nilai yang lebih besar atau saat disajikan soal cerita kontekstual.
2. **Operasi Aljabar:** Siswa dapat memindahkan ruas pada persamaan $x + 5 = 12$ menjadi $x = 12 - 5$, namun tidak memahami prinsip kesamaan (*equality*) bahwa kedua ruas sebenarnya dikurangi dengan bilangan 5.
3. **Luas Bangun Datar:** Siswa mampu menghitung luas segitiga dengan rumus $L = \frac{1}{2} \times a \times t$, tetapi bingung menentukan alas dan tinggi pada segitiga tumpul.

Prosedur yang terlepas dari pemahaman konseptual bersifat rapuh, mudah memicu miskonsepsi, dan tidak dapat ditransfer ke situasi masalah baru (Piaget, 1947; Skemp, 1981).

4. Strategi Menyeimbangkan Pengetahuan di Kelas

Untuk menciptakan keseimbangan kognitif, guru dapat menerapkan strategi berikut:

- **Pendedahan Konsep Sebelum Prosedur:** Kenalkan prinsip konseptual melalui manipulasi objek fisik/visual sebelum memperkenalkan rumus formal (Bruner, 1977; Hiebert, 1986).

- **Menghubungkan Simbol dengan Makna:** Latih siswa untuk menerjemahkan notasi simbolik ke dalam representasi grafik, diagram, atau bahasa verbal (Journa, 1990).
- **Variasi Instrumen Asesmen:** Merancang tes yang tidak hanya menilai ketepatan hasil akhir kalkulasi (prosedural), tetapi juga menguji alasan logis dan rekonstruksi konsep (konseptual).

E. RANGKUMAN

Menurut Hiebert (1986), pengetahuan matematika terdiri dari pengetahuan konseptual (jaringan hubungan bermakna) dan pengetahuan prosedural (penguasaan simbol dan algoritma). Pembelajaran yang efektif menuntut interaksi timbal balik yang seimbang antara keduanya. Ketimpangan berupa hafalan prosedur tanpa landasan konseptual melahirkan kemampuan matematika yang rapuh dan mudah keliru. Pendidik harus merancang strategi instruksional dan asesmen yang mampu menghubungkan simbol-simbol matematis dengan skema pemahaman konseptual yang mendalam.

F. TUGAS MANDIRI MAHASISWA (3 Pertanyaan Terbuka)

Jawablah tiga pertanyaan terbuka di bawah ini secara mendalam, analitis, dan kritis dengan mengintegrasikan landasan teori Hiebert (1986) serta referensi psikologi kognitif terkait!

1. Analisis Kasus Pembelajaran Matematika:

Banyak siswa dapat menghitung nilai turunan fungsi $f(x) = 3x^2 + 4x$ secara prosedural menjadi $f'(x) = 6x + 4$, tetapi tidak paham bahwa hasil tersebut merepresentasikan *laju perubahan instan* atau *gradien garis singgung kurva*. Analisislah fenomena ini berdasarkan kerangka pikir Hiebert (1986)! Apa dampak jangka panjang ketimpangan ini saat siswa mempelajari materi Kalkulus Lanjut?

2. Perancangan Instrumen Tes Dua Dimensi:

Pilihlah satu topik matematika sekolah menengah (misalnya: **Sistem Persamaan Linier Dua Variabel** atau **Teorema Pythagoras**). Rancanglah 2 (dua) butir soal tes yang saling berpasangan untuk topik tersebut: 1 soal yang khusus mengukur

pengetahuan prosedural dan 1 soal yang khusus mengukur *pengetahuan konseptual*! Jelaskan indikator pembeda dari kedua soal tersebut!

3. Sintesis Strategi Pembelajaran Harmonis:

Bagaimana Anda menyusun alur pengajaran (sintaks pembelajaran) pada materi **Operasi Penjumlahan dan Pengurangan Bilangan Bulat Negatif** agar pengetahuan konseptual dan prosedural siswa berkembang secara simultan dan harmonis? Hubungkan rancangan Anda dengan teori representasi Bruner (1977) dan skema Skemp (1981)!

Pertemuan XIV: Problem Solving (Gagne)

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran pada Pertemuan XIV ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Memahami hierarki belajar (*Condition of Learning*) dari Robert M. Gagne.
2. Menempatkan "Pemecahan Masalah" (*Problem Solving*) sebagai tipe belajar tertinggi menurut Gagne.
3. Menjelaskan prasyarat (*prerequisites*) kognitif untuk *problem solving*.
4. Mendesain alur instruksional matematika untuk mencapai kemampuan pemecahan masalah.

B. INDIKATOR KEBERHASILAN

Mahasiswa dinyatakan berhasil mencapai tujuan pembelajaran apabila:

1. Mahasiswa mampu menguraikan tahapan belajar (8 tipe belajar) Gagne.
2. Mahasiswa dapat menjelaskan posisi *problem solving* dalam kondisi belajar.
3. Mahasiswa mampu menyusun soal pemecahan masalah yang menuntut analitik tingkat tinggi.
4. Mahasiswa dapat merancang model bimbingan guru saat siswa memecahkan masalah.

C. METODE, PENILAIAN, DAN PENUGASAN TERSTRUKTUR

- **Metode Pengajaran:** Pemecahan masalah (langsung dipraktikkan) dan diskusi.
- **Bentuk Penilaian:** Makalah hasil penyelesaian kasus dan penyajian diskusi.
- **Penugasan Terstruktur:** Membuat proyek kecil: observasi kemampuan *problem solving* pada siswa SMP/SMA lalu dibuat laporannya.

D. URAIAN MATERI PEMBELAJARAN

1. Hierarki Belajar Gagne (*The Conditions of Learning*)

Robert M. Gagne dalam karyanya *The Conditions of Learning* (1987) mengemukakan bahwa belajar merupakan perubahan dalam disposisi atau kapabilitas manusia yang berlangsung selama periode waktu tertentu dan tidak semata-mata disebabkan oleh proses pertumbuhan fisik. Gagne menyusun tingkatan kapabilitas kognitif ke dalam sebuah **Hierarki Belajar** yang terdiri dari 8 tipe belajar mendasar (Gagne, 1987; Bell, 1981):

1. *Signal Learning* (Belajar Isyarat)
2. *Stimulus-Response Learning* (Belajar S-R)
3. *Chaining* (Rangkaian Gerak)
4. *Verbal Association* (Asosiasi Verbal)
5. *Multiple Discrimination* (Belajar Diskriminasi)
6. *Concept Learning* (Belajar Konsep)
7. *Rule/Principle Learning* (Belajar Aturan/Prinsip)
8. *Problem Solving* (Pemecahan Masalah)

Hierarki ini bersifat akumulatif dinamis: penguasaan pada tipe belajar tingkat bawah menjadi prasyarat mutlak (*prerequisite*) bagi suksesnya tipe belajar pada jenjang di atasnya (Gagne, 1987; Orton, 1991).

2. *Problem Solving* Sebagai Puncak Kapabilitas Kognitif

Menurut Gagne (1987), **Pemecahan Masalah (*Problem Solving*)** menduduki posisi puncak atau tipe belajar tertinggi dalam hierarki kognitif. Pemecahan masalah bukan sekadar penerapan rumus atau latihan soal rutinitas (*routine exercises*).

Problem solving terjadi ketika pembelajar menggunakan dua atau lebih aturan/prinsip (*rules*) yang telah dipelajari sebelumnya untuk menggabungkannya menjadi aturan tingkat tinggi (*higher-order rules*) guna menyelesaikan situasi masalah baru yang belum pernah dijumpai (Gagne, 1987; Bruning et al., 1995). Melalui pemecahan masalah, pembelajar tidak hanya menemukan jawaban atas masalah tersebut, melainkan juga memperoleh kapasitas kognitif baru yang permanen (Hiebert, 1986; Skemp, 1981).

3. Prasyarat Kognitif (*Cognitive Prerequisites*) untuk Pemecahan Masalah

Proses *problem solving* tidak dapat terjadi dalam kekosongan kognitif. Agar siswa dapat memecahkan masalah matematika tingkat tinggi, mereka harus menguasai prasyarat kognitif secara berurutan (Gagne, 1987):

- **Penguasaan Konsep (*Concept Learning*):** Siswa harus memahami atribut kunci dari objek matematis (misal: definisi gradien, konsep variabel) (Skemp, 1981).
- **Penguasaan Aturan/Prinsip (*Rule Learning*):** Siswa harus memahami hubungan antar-konsep dalam bentuk rumus atau Teorema (misal: Teorema Pythagoras, aturan turunan) (Hiebert, 1986).
- **Aksesibilitas Memori (*Memory Retrieval*):** Aturan dan konsep yang telah tersimpan dalam memori jangka panjang (*long-term memory*) harus dapat dipanggil kembali dengan cepat ke dalam *working memory* (Journ, 1990; Matlin, 1994).

Jika salah satu prasyarat aturan atau konsep ini gagal dikuasai, proses sintesis untuk membentuk *higher-order rules* akan terputus, sehingga pemecahan masalah menjadi terhambat (Gagne, 1987; Orton, 1991).

4. Mendesain Alur Instruksional dan Bimbingan Guru (*Instructional Events & Scaffolding*)

Untuk mengarahkan siswa mencapai kapabilitas pemecahan masalah, Gagne (1987) merumuskan peristiwa instruksional yang dipadukan dengan bimbingan guru yang adaptif:

- **Aktivasi Prasyarat (*Activating Prerequisites*):** Guru secara eksplisit membantu siswa memanggil kembali (*recall*) konsep-konsep dan aturan-aturan dasar yang relevan dengan masalah yang akan dipecahkan.
- **Pendedahan Masalah Non-Rutin (*Presenting Non-Routine Problem*):** Siswa dihadapkan pada tugas yang menantang, kontekstual, dan tidak langsung dapat diselesaikan hanya dengan satu rumus instan (Bell, 1981; Bruner, 1977).

- **Bimbingan Belajar (*Providing Learning Guidance*):** Guru memberikan bimbingan tidak langsung (*informal scaffolding*) berupa pertanyaan pancingan, panduan heuristik, atau petunjuk pemfokusan tanpa memberikan solusi secara langsung (Skemp, 1981).
- **Sintesis dan Refleksi (*Synthesis & Reflection*):** Siswa memformulasikan *higher-order rule* yang ditemukan, memverifikasi jawaban, dan mendiskusikan alur berpikirnya secara metakognitif (Bruning et al., 1995).

E. RANGKUMAN

Robert M. Gagne (1987) menempatkan *Problem Solving* sebagai tipe belajar tertinggi dalam hierarki kognitifnya. Pemecahan masalah merupakan proses pembentukan aturan tingkat tinggi (*higher-order rules*) melalui penggabungan prinsip-prinsip mendasar yang telah dipelajari sebelumnya. Keberhasilan *problem solving* sangat bergantung pada tersedianya prasyarat kognitif berupa penguasaan konsep dan aturan dalam memori jangka panjang (Hiebert, 1986; Journa, 1990). Pendidik bertindak sebagai fasilitator yang mengaktifkan prasyarat kognitif dan memberikan bimbingan terstruktur untuk melatih kemampuan analitis tingkat tinggi siswa.

F. TUGAS MANDIRI MAHASISWA (3 Pertanyaan Terbuka)

Jawablah tiga pertanyaan terbuka di bawah ini secara mendalam, analitis, dan kritis dengan mengintegrasikan landasan teori Gagne (1987) serta referensi psikologi kognitif terkait!

1. Analisis Hierarki Prasyarat Kognitif:

Pilihlah satu soal pemecahan masalah matematika non-rutin untuk jenjang SMA (misalnya pada topik **Kalkulus-Aplikasi Turunan/Otimisasi** atau **Geometri Analitik**). Bedah dan susunlah peta hierarki prasyarat kognitif (*learning hierarchy*) yang harus dikuasai siswa dari level *concept learning* hingga *rule learning* sebelum mereka mampu memecahkan soal tersebut secara sukses berdasarkan teori Gagne (1987)!

2. Perancangan Model Bimbingan Guru (*Scaffolding*):

Saat siswa mengalami kemacetan (*block*) ketika mencoba memecahkan masalah matematika yang kompleks, guru yang terlalu cepat memberikan rumus/langkah penyelesaian dapat merusak proses pembentukan *higher-order rules*. Rancanglah sebuah skenario dialog bimbingan guru yang menggunakan pertanyaan pancingan berbasis heuristik untuk membantu siswa mengatasi kemacetan berpikir tanpa memberitahukan solusinya secara langsung!

3. Analisis Implementasi Proyek Observasi Field (Tugas Utama):

Berdasarkan tugas proyek observasi kemampuan *problem solving* siswa SMP/SMA yang Anda lakukan, analisislah jenis hambatan kognitif apa yang paling dominan ditemukan pada siswa (apakah kegagalan memanggil prasyarat konsep, kesalahan sintesis aturan, atau kurangnya kontrol metakognitif)? Hubungkan temuan lapangan Anda dengan pandangan Gagne (1987) dan Bruning et al. (1995)!

REFERENSI PENDUKUNG

- Bell, F. H. (1981). *Teaching and Learning Mathematics (in Secondary Schools)*. Iowa: Wm. C. Brown Company.
- Bruner, J. S. (1977). *The Process of Education*. England: Harvard University Press.
- Bruning, R. H., Schraw, G. J., & Ronning, R. R. (1995). *Cognitive Psychology and Instruction*. USA: Prentice Hall.
- Gagne, R. M. (1987). *The Condition of Learning*. New York: Holt, Inc.
- Hiebert, J. (Ed.). (1986). *Conceptual and Procedural Knowledge: The Case of Mathematics*. London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Journa, R. J. (1990). *Knowledge Representation and Symbols in the Mind*. Stauffenburg: Germany.
- Matlin, M. W. (1994). *Cognition* (3rd ed.). Harcourt Brace Publisher.
- Orton, A. (1991). *Learning Mathematics: Issue, Theory, and Classroom Practice*. New York: Cassell.
- Skemp, R. R., dkk. (1981). *The Process of Learning Mathematics*. Manchester University.