



SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN SAINS V
“Pengembangan Model dan Perangkat Pembelajaran
untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi”
Magister Pendidikan Sains dan Doktor Pendidikan IPA FKIP UNS
Surakarta, 19 November 2015



MAKALAH UTAMA	Pengembangan Model dan Perangkat Pembelajaran untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi	ISSN: 2407-4659
--------------------------	---	------------------------

**IMPLEMENTASI RISET DALAM PENGEMBANGAN
HIGHER ORDER THINKING SKILLS
PADA PENDIDIKAN SAINS**

Murni Ramli

*Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Sebelas Maret*

E-mail: mramlim04@fkip.uns.ac.id

Abstrak

Higher Order Thinking Skills (HOTS) adalah keahlian yang meliputi kemampuan seseorang untuk berpikir secara kritis, logis, reflektif, metakognitif, dan kreatif. Kemampuan berpikir pada level tinggi dibangun dengan menguatkan terlebih dahulu dasar-dasar berpikir yang dikelompokkan oleh Bloom sebagai kemampuan berpikir tingkat rendah (*Lower Order Thinking Skills*-LOTS). Riset-riset terkait HOTS pada bidang sains mengalami booming pada tahun 80an-90an, dan terus berkembang hingga dekade ini. Riset yang dilakukan memiliki skala dan sudut pandang yang berbeda. Pengembangan HOTS tidak saja dilakukan di perguruan tinggi, tetapi beberapa negara telah mengintroduksi konsep ini ke dalam kurikulum pendidikan dasar dan menengah. Karena luasnya cakupan level pendidikan yang akan mengaplikasikannya, maka riset-riset terkait HOTS sangat berkembang dan seakan tidak ada batasnya. Makalah ini mengkaji beberapa implementasi riset untuk pengembangan HOTS pada pendidikan sains, yang akan ditinjau dari perkembangan definisi, konsep, disposisi, *teaching & learning*, dan sistem asesmen HOTS. Topik dan cakupan riset terkait pengembangan HOTS, dan contoh riset pengujian HOTS pada pembelajaran biologi juga akan dijelaskan pada sub bab makalah ini.

Kata kunci: HOTS, asesmen HOTS, *teaching & learning*,

A. PENDAHULUAN

Higher Order Thinking Skills (HOTS) menjadi istilah yang semakin sering disebut pada era pendidikan abad 21 karena dianggap sebagai salah satu skills abad 21. Istilah kategorisasi *level of cognitive* atau *level of thinking skills* muncul setelah sebuah komite di bawah pimpinan psikolog Dr. Benjamin Bloom bekerja untuk merumuskan *higher forms of thinking in education* pada tahun 1956, dan hasilnya dituangkan pada buku *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain* (Bloom, Engelhart, Furst, Hill, & Krathwohl, 1956). Buku tersebut adalah buku yang paling banyak disitasi dalam bidang pendidikan hingga saat ini. Lima belas tahun kemudian, buku tersebut direvisi menjadi *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy Educational Objectives* (Anderson, Krathwohl, Airasian, Cruikshank, Pintrich, & Raths, 2001). *Higher forms of thinking* dalam buku pertama ditujukan untuk pemakaian di level perguruan tinggi, sehingga istilah yang dipergunakan komite juga cenderung kurang dipahami di level sekolah. Misalnya pembagian *domain of learning: cognitive, affective, dan psychomotor*, dibahasakan menjadi *Knowledge, Skills, dan Attitudes* (sering disingkat KSA). Demikian pula dengan istilah "*taxonomy of learning behavior*" lebih mudah dipahami oleh guru sebagai "*the goals of the learning process*".

Konsep HOTS dipaparkan dalam pembahasan *cognitive domain*, yaitu domain yang melibatkan *knowledge* dan *intellectual skills*. Bloom menguraikan tingkat proses kognitif dari yang paling sederhana hingga tingkat yang kompleks, yang dikenal sebagai *level of cognitive skills*. Kategorisasi level disusun menjadi 6 tingkat, yaitu *knowledge, comprehension, application, analysis, synthesis, dan evaluation*. Tingkatan tersebut kemudian direvisi oleh murid-murid Bloom (Lorin Anderson, dkk) menjadi *Remembering, Understanding, Applying, Analyzing, Evaluating, dan Creating*; atau yang dikenal dengan kode C1 sampai dengan C6. Bloom dkk juga menempatkan level berpikir tersebut ke dalam matriks *knowledge*, yang dibaginya menjadi tiga, yaitu *Factual, Conceptual, dan Procedural*. Krathwohl, dkk menambahkan *Metacognitive* untuk melengkapi matriks tersebut, yang dapat ditabulasikan sebagaimana Gambar 1. Berdasarkan tingkatan *intellectual skills*, level C4 (Analyze), C5 (Evaluate) hingga C6 (Create) dikategorikan sebagai level berpikir tingkat tinggi atau HOTS.

The Cognitive Dimension

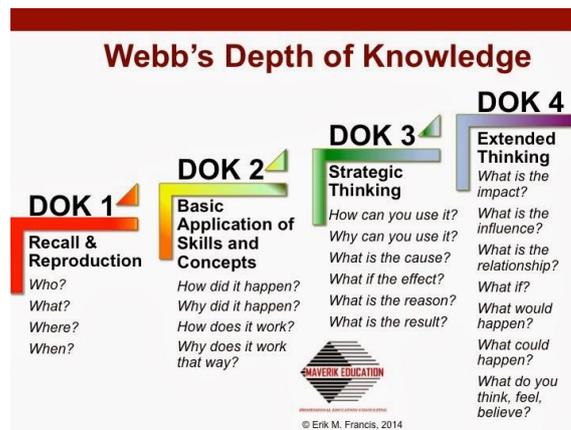
The Knowledge Dimension	Remember	Understand	Apply	Analyze	Evaluate	Create
Factual						
Conceptual						
Procedural						
Metacognitive						

Gambar 1. Tabulasi Matriks Knowledge dan Level Kognitif

Semenjak dipublikasikannya Bloom Taxonomy, baik yang original maupun setelah direvisi, banyak sekali riset yang telah dilakukan, terutama di USA terkait

dengan *thinking skills* dan *thinking process* yang diharapkan penerapannya di semua jenjang pendidikan. Salah satunya adalah saran baru terhadap Matriks Knowledge Bloom, sebagaimana yang dilakukan oleh Clark and Chopeta dengan menambahkan *Process* dan *Principles*, sehingga urutannya menjadi: *Facts*, *Concepts*, *Process*, *Procedures*, *Principles*, dan *Metacognitive* (Clark & Chopeta, 2004).

Matrix knowledge juga diperbaharui oleh Norman Webb (1997, 1999) dengan membuat sebuah level cognitive yang baru yang dikenal dengan istilah Depth of Knowledge (DOK) Webb. Webb menambahkan recall and reproduction (DOK 1), Basic Application Skills and Concepts (DOK 2), Strategic Thinking (DOK 3), dan Extended Thinking (DOK 4), sebagaimana digambarkan pada Gambar 2.



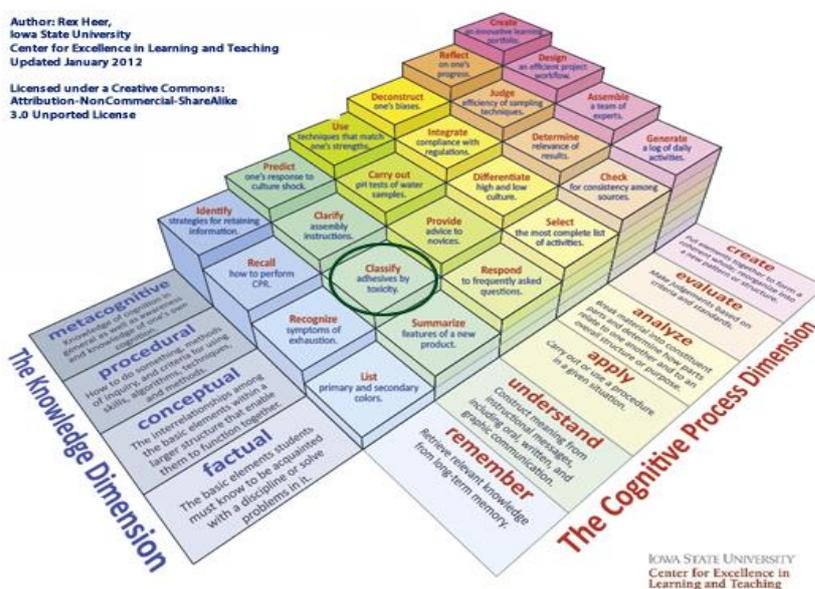
Gambar 2. Matriks Depth of Knowledge Webb
 Sumber : Erik M. Francis (2014)

Lalu, Karin Hess dkk (2009) mencoba membuat matriks knowledge yang baru dengan menggabungkan matriks knowledge Bloom dengan Webb's DOK, yang disebutnya sebagai *Cognitive Rigor Matrix*. Dengan menggabungkan kedua matriks ini, Hess berharap dapat meningkatkan aktivitas berpikir kritis siswa di dalam kelas (Gambar 2). Selain kedua matriks tersebut, matriks knowledge Bloom juga diperbaharui oleh Rex Heer dari Iowa University, yang mencoba menguraikan dengan kata kerja operasional yang rinci pada setiap kotak dalam matriks, sebagaimana digambarkan pada Gambar 3.

The Cognitive Rigor Matrix: Applies Webb's DOK to Bloom's Cognitive Process Dimensions

Depth + thinking	Level 1 Recall & Reproduction	Level 2 Skills & Concepts	Level 3 Strategic Thinking/ Reasoning	Level 4 Extended Thinking
Remember	- Recall, locate basic facts, details, events			
Understand	- Select appropriate words to use when intended meaning is clearly evident	- Specify, explain relationships - summarize - identify main ideas	- Explain, generalize, or connect ideas using supporting evidence (quote, example...)	- Explain how concepts or ideas specifically relate to other content domains or concepts
Apply	- Use language structure (pre/suffix) or word relationships (synonym/antonym) to determine meaning	- Use context to identify meaning of word - Obtain and interpret information using text features	- Use concepts to solve non-routine problems	- Devise an approach among many alternatives to research a novel problem
Analyze	- Identify whether information is contained in a graph, table, etc.	- Compare literary elements, terms, facts, events - analyze format, organization, & text structures	- Analyze or interpret author's craft (literary devices, viewpoint, or potential bias) to critique a text	- Analyze multiple sources - Analyze complex/abstract themes
Evaluate			- Cite evidence and develop a logical argument for conjectures	- Evaluate relevancy, accuracy, & completeness of information
Create	- Brainstorm ideas about a topic	- Generate conjectures based on observations or prior knowledge	- Synthesize information within one source or text	- Synthesize information across multiple sources or texts

Gambar 2. Model Cognitive Rigor Matriks yang dikembangkan oleh Karin K. Hess (2009)



Gambar 3. Matriks Knowledge modifikasi Rex Heer (2012)

Perkembangan riset terkait HOTS selanjutnya memiliki garis pemisah yang tipis dengan riset-riset tentang *critical thinking* (selanjutnya disingkat CT), *problem solving*, dan *creative thinking*, karena beberapa pakar menempatkan *thinking skills*

tersebut dalam kategorisasi yang sama, atau kesemuanya menjadi bagian dari HOTS.

Bagaimana riset-riset terkait pengembangan HOTS? Aspek apa saja yang dapat dimasukkan sebagai rumusan masalah riset? Bagaimana tren riset pengembangan HOTS? Pertanyaan-pertanyaan ini akan dijawab dalam kajian selanjutnya. Tinjauan akan dilakukan berdasarkan tujuan dan kemanfaatan riset. Sub bab pertama akan membahas riset-riset fundamental yang telah, sedang, dan akan dilakukan terkait dengan isu HOTS. Sub bab kedua akan membahas topik-topik riset pengembangan (R&D) HOTS, dan pada sub bab terakhir akan dikaji riset-riset terapan terkait HOTS yang bersumber dari dalam kelas, baik di jenjang pendidikan menengah maupun tinggi.

B. KAJIAN IMPLEMENTASI RISET HOTS

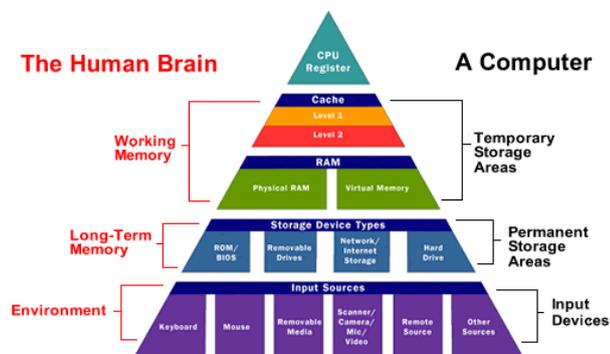
2.1. Riset Fundamental tentang HOTS

Riset fundamental terkait HOTS adalah upaya untuk merumuskan definisi, konsep, serta disposisi dari HOTS. Di Amerika, sejak tahun 1960-an sudah muncul ide untuk mendidik siswa agar menjadi *critical thinker* (baca tulisan-tulisan Robert H. Ennis, seorang pakar CT dan juga emeritus professor di Illinois University). Tulisan-tulisan yang mendukung Ennis terus berlanjut, hingga pada dekade 80-an hingga 90-an, sebuah gerakan besar untuk mengintegrasikan CT dalam kurikulum pendidikan di USA telah mendorong diselenggarakannya riset untuk merumuskan konsesus tentang CT. Riset ini dipimpin oleh Dr. Peter A. Facione. Metode riset kualitatif Delphi Method dipilih sebagai metode penelitian untuk mendapatkan konsensus tersebut. Delphi Method adalah sebuah metode penelitian yang mewajibkan pembentukan panel pakar yang bersifat interaktif. Artinya, pakar-pakar yang dilibatkan harus bersedia membagi pengetahuan, pemikiran, dan pendapatnya. Empat puluh enam pakar CT akhirnya dipilih untuk terlibat dalam proyek ini, berdasarkan masukan dari rekan-rekannya yang mengetahui riset, atau kegiatan seseorang di bidang pengembangan CT. Sebagian besar adalah filsuf pendidikan dan psikolog. Mereka terlibat dalam diskusi panjang yang terdiri dari lima babak. Proyek berlangsung selama tahun 1988 dan 1989, untuk menjawab beberapa pertanyaan terkait CT, terutama konseptualisasi CT. Dengan konseptualisasi yang jelas, langkah untuk menyusun instrumen asesmen, dan juga strategi pembelajarannya akan lebih mudah dilakukan. Hasil penelitian juga berhasil merumuskan kategorisasi *critical thinker*, yaitu apakah seseorang dapat dikatakan memiliki CT yang tinggi atau rendah (Facione, 1990). Facione pada masa-masa selanjutnya berhasil membuat sebuah institusi, *Insight Assessment* yang memfokuskan diri pada pengembangan *teaching strategy* dan asesmen untuk mengukur CT pada semua jenjang pendidikan.

Tidak hanya itu, pada akhir tahun 90-an Center for Advancement of Learning and Assessment State University Florida bekerja untuk merumuskan HOTS (King, Goodson, & Rohani, 1998). Tim ini berhasil mendefinisikan HOTS, memformulasikan *teaching strategy* untuk membelajarkan HOTS, dan memberikan rambu-rambu asesmen dan menyusun asesmen HOTS untuk dipakai di dalam kelas.

Memahami bagaimana otak manusia bekerja ketika memperoleh sebuah informasi, knowledge, dan bagaimana informasi tersebut dikelola dan ditampilkan dalam bentuk ekspresi spontan atau tertunda, menjadi kajian intensif neurosaintis dan psikolog. Dalam ranah pendidikan dan pembelajaran, bagaimana proses berpikir yang dilakukan seorang siswa di dalam proses belajarnya menjadi temuan yang penting. Belajar tidak sekedar menerima transferan ilmu dari sumber ilmu, tetapi bagaimana seseorang melakukan tindakan dan berperilaku dengan dasar ilmu baru yang diperolehnya. Faktor genetik ditengarai menjadi alasan mampu tidaknya manusia berpikir hingga level yang tinggi. Namun, di sisi lain, para pakar juga tidak mengabaikan pengaruh *nurturing environment* (parenting, teaching and learning, asupan makanan, dan lingkungan hidup) yang membentuk sebuah pelatihan rutin dan pembiasaan, sehingga seseorang yang semula tidak dapat mencapai tingkatan berpikir level tinggi, dapat mencapainya setelah mengikuti proses pelatihan terstruktur.

Otak manusia sebenarnya bekerja lambat dalam melakukan proses berpikir, dan jika dibandingkan dengan komputer, proses berpikir manusia lebih lambat (Gambar 4). Untuk dapat bekerja memproses sebuah data, computer dilengkapi dengan RAM (*Random Access Memory*). Jika muatan data yang dimasukkan sangat banyak, atau RAM sangat *overloaded*, maka computer bekerja sangat lambat. Otak manusia memiliki kapasitas space memory atau working memory yang tidak besar, sehingga dalam proses berpikir, kerja otak menjadi sangat lambat dan tidak terorganisasi sebagaimana halnya computer, dan akibatnya proses berpikir menjadi pekerjaan yang berat.



Sumber: <http://crescentok.com/staff/jaskew/WebBased/brain.htm>
 Gambar 4. Perbandingan antara otak manusia dan memori komputer

Oleh karena proses berpikir memerlukan usaha yang keras, maka pembelajaran di dalam kelas hendaknya diatur sehingga dapat melatih siswa untuk berpikir dengan framework atau kerangka pikir rutin yang jelas. Untuk dapat menginpuls kinerja otak, guru harus menciptakan kondisi misalnya mengajukan pertanyaan yang baik, menyediakan fakta yang mengundang pemikiran siswa atau fakta yang berbeda dengan logika pikir siswa.

Apabila pembelajaran diarahkan untuk mendorong proses berpikir tingkat tinggi, maka proses belajar harus menstimuli kerja otak pada bagian prefrontal cortex

yang terletak di belakang dahi. Bagian otak ini akan mengaktifkan *executive functions of learner*. Pembelajar yang telah memiliki tingkatan *executive function* yang tinggi akan menunjukkan performa yang tinggi dalam merencanakan dan mengorganisasi proses berpikirnya, mengemukakan alasan yang tepat, bersemangat dalam sebuah asesmen yang detail, memiliki ide dan perilaku yang baik, dapat mengerjakan multitask, bersifat moderate dalam pengendalian emosi, bekerja dalam cakupan luas dan lama, berpikir kritis, dapat mengakses working memory, dan dapat melakukan refleksi terkait kekuatan dan kelemahannya. Sayangnya proses aktivasi prefrontal cortex dalam menstimuli executive function seringkali terganggu karena adanya lingkungan yang mempengaruhi emosi anak, dan pembelajaran yang menekankan pada penghapalan dan pengulangan (Caine, Caine, & McClintic, 2009). Beberapa peneliti yang aktif meneliti kinerja *prefrontal cortex* adalah (Goldberg, 2001), (Le Doux, 2002), (Fuster, 2003, 2008). Hasil riset pada *prefrontal cortex* membawa kita pada upaya untuk memperhatikan dengan sangat seksama *nurturing environment* dan *instructional method* pada semua jenjang pendidikan. Untuk dapat menghasilkan pembelajar yang memiliki HOTS yang memadai, maka pelatihan dan pembentukan tidak dapat jika baru dimulai pada jenjang pendidikan menengah atau dasar, karena simpul-simpul kecerdasan berkembang pesat (sekitar 80% terbentuk) pada usia 0-8 tahun (*early childhood*). Pelatihan berpikir tingkat tinggi pada jenjang selanjutnya akan berkembang lebih lambat.

Riset dasar lain yang menarik adalah dimasukkannya konsep-konsep antropologi dan sosiologi untuk mempelajari keterkaitan budaya, etnis, agama, dan *local wisdom* pada pola berpikir saintifik seseorang. Apakah budaya mempengaruhi apa yang kita pikirkan sudah diriset oleh banyak pakar psikologi dan sosiologi. Namun, bagaimana pengaruh agama, budaya, etnik ataupun keyakinan terhadap proses pembentukan kebiasaan berinkuiri dan berpikir tingkat tinggi dalam bidang sains belum banyak diteliti. Salah satu karya dalam bidang ini adalah apa yang dikerjakan oleh Chan, Ho, & Ku (2011), yang menunjukkan bahwa ada hubungan antara epistemic beliefs mahasiswa S1 China terhadap critical thinkingnya. Tingkat keyakinan seseorang terhadap pengetahuan ditengarai mempengaruhi proses berpikirnya. Riset lain adalah yang dilakukan oleh Vivian Miu Chi Lun dan koleganya yang menganalisa bagaimana perbedaan *critical thinking* pada budaya yang berbeda di New Zealand antara mahasiswa yang berlatar belakang budaya barat dan mahasiswa dari Asia (Chi Lun, Fischer, & Ward, 2010).

2.2. Riset Pengembangan HOTS

Riset-riset pengembangan HOTS selama ini berkonsentrasi pada pengembangan perangkat yang mendukung pembelajaran HOTS di dalam kelas. Perangkat pembelajaran HOTS pada bidang sains meliputi: *teaching strategy* (metode, model), materi (modul), dan instrumen asesmen untuk memetakan capaian peserta didik. Memformulasikan strategi pembelajaran HOTS dilakukan dengan mendefinisikan secara jelas pendekatan, metode, model serta teknik yang mengiringinya. Berbagai model pembelajaran berbasis inkuiri telah terbukti nyata berpengaruh pada HOTS siswa. Namun sintaks model saja tidak memadai, apabila tidak dilengkapi dengan *lesson design* yang memadai.

Materi dianggap sebagai salah satu *teaching supporting* yang paling handal selain *pedagogical skills* guru. Karakteristik formulasi materi untuk melatih HOTS adalah materi yang bersifat kontekstual, *real-world problems*, mengangkat kelokalan, dan mengikuti pola pikir saintis. Riset-riset pengembangan HOTS terkini juga telah melibatkan IT, sejalan dengan perkembangan dunia global yang serba terautomatisasi. *Computer based-Inquiry Learning* adalah salah satu bentuk pemanfaatan IT dalam pembelajaran HOTS. Dermot F. Donnely dkk memetakan beberapa publikasi sejak tahun 2008 yang terkait dengan *science inquiry learning environments* (ILEs), dan menyusun platform data ILEs yang diaplikasikan sebagai program komputer. Tujuannya adalah untuk menyediakan platform data pembelajaran sains inkuiri yang dapat dipergunakan oleh guru. Hasil risetnya memberikan kemudahan kepada pengguna untuk tidak lagi repot menyusun platform yang baru, tetapi memanfaatkan data yang sudah ada (Donnely, Linn, & Ludvigsen, 2014). Demikian pula Prof. K.E. Chang dan koleganya dari National Taiwan University telah mengembangkan website yang dapat dipakai siswa untuk mempelajari sains secara kolaboratif dan berbasis inkuiri (Cang, Sung, & Lee, 2003)

Tidak hanya itu, riset-riset asesmen HOTS saat ini mulai dikembangkan berbasis IT seperti *Computer based-Asesment* untuk mengukur dan menggambarkan kemampuan berinkuiri siswa. Hal ini telah dilakukan secara intensif di beberapa negara. Salah satu pakar yang mengembangkan CBA untuk mengecek kemampuan berinkuiri siswa adalah Prof Hsin Kai Wu dan Tim dari National Taiwan Normal University (Wu, et al, 2015; Wang, et.al, 2015, Kuo, et.al, 2015). Tren riset terkait dengan asesmen HOTS adalah upaya mengembangkan bentuk-bentuk *performance assessment* dan *authentic assessment* yang dapat menggambarkan secara nyata dan jelas proses berpikir yang dialami pembelajar, dan bagaimana hasil penilaian tersebut dapat bersifat valid, reliable, dapat diselenggarakan, dan datanya dapat diakses secara cepat oleh pihak yang membutuhkannya.

Authentic Assessment menjadi tantangan berat dalam riset pengembangan asesmen HOTS karena sulitnya melihat proses berpikir ini secara nyata selama proses pembelajaran. Riset-riset yang telah dilakukan selama ini terkait dengan *authentic assessment* adalah merekam kemampuan siswa dalam bertanya dan berpendapat selama proses pembelajaran berlangsung, dan selanjutnya melakukan transkripsi, dan menganalisis kualitas pertanyaan dan pendapat tersebut. Namun, teknik ini tentu saja memerlukan kesepakatan dalam menerjemahkan pertanyaan dan pendapat siswa ke dalam komponen pengukuran HOTS. *Authentic assessment* HOTS sebenarnya dapat juga dilihat melalui karya tertulis atau representasi dalam bentuk gambar, media, dan produk lain yang dibuat siswa, namun ini tidak cukup jika tidak diikuti dengan deskripsi proses berpikir siswa ketika menyusun karya tersebut. Asesmen HOTS yang perlu dikembangkan bukan asesmen yang berperan untuk mengukur tingkat capaian pembelajar saja, tetapi asesmen yang akan melatih siswa untuk berpikir kritis, dan dilengkapi dengan *feed back* yang akan memberikan informasi kepada pembelajar tentang kelemahan yang perlu diperbaikinya. *Traditional test* yang menjadi andalan guru dan evaluator pada sistem pembelajaran tradisional, perlu diubah dengan memberikan modifikasi

pada *feed back* yang akan diterima oleh pembelajar. Permasalahan tersulit dalam menyusun asesmen HOTS adalah karena tidak adanya kesepakatan terstandar tentang komponen pengukuran HOTS pada setiap bidang ilmu dalam sains.

2.3. Riset Terapan HOTS

Riset-riset terapan penerapan pembelajaran HOTS dan juga pengukuran HOTS siswa selama pembelajaran dapat dilakukan dengan metode Penelitian Tindakan Kelas (PTK), *lesson study*, atau penelitian kuasi eksperimen.

Riset-riset terapan untuk melatih HOTS di dalam kelas umumnya terkait dengan *teaching strategy* dan cara pengukuran (asesmen) nya. Model-model pembelajaran berbasis inkuiri dan *cooperative learning* telah terbukti dapat melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. Namun, beberapa memerlukan kejelian dalam menyusun *lesson design* yang tepat. Tantangan terbesarnya adalah bagaimana menyusun sebuah *lesson design* yang dapat melatih siswa selama pembelajaran untuk mampu menerapkan *framework* berpikir tingkat tinggi dalam penyelesaian kasus-kasus saintifik yang dihadapinya melalui serangkaian proses pelatihan yang terencana dan sistematis. Memasukkan metode diskusi atau praktikum dalam pembelajaran dan menggabungkannya dengan model tertentu belum tentu dapat melatih HOTS yang bersifat kekal, jika *lesson design* hanya disusun berdasarkan sintaks model, dan tidak dirancang dengan arsitektur pembelajaran yang baik.

Penerapan model-model pembelajaran inkuiri diakui dan terbukti dalam berbagai riset cukup ampuh dalam melatih siswa untuk berpikir tingkat tinggi. Model pembelajaran yang mampu mendorong siswa untuk mengajukan pertanyaan berkualitas dan juga menyatakan respon berkualitas, adalah model pembelajaran yang dapat dipergunakan untuk melatih HOTS. Christine Chin dari National Institute of Education Singapore melakukan sejumlah riset terkait dengan bagaimana meningkatkan keahlian peserta didik membuat pertanyaan berkualitas. Hasil risetnya menunjukkan bahwa kemampuan mengajukan pertanyaan adalah cerminan dari level berpikir siswa (Chin, 2004, 2006; Chin & Chia, 2004; Chin, et.al., 2002; Chin & Kayalvishi, 2002).

Riset yang sama dilakukan oleh Sajidan, dkk (2015) dengan menerapkan empat model pembelajaran berbasis inkuiri, yaitu Discovery Learning, Inquiry Learning, Project Based-Learning, dan Problem based-Learning pada sejumlah SMA di Kota Solo. Kemampuan berpikir siswa diukur dengan merekam semua pertanyaan dan pernyataan yang berlangsung selama pembelajaran, baik yang dikemukakan oleh guru maupun siswa. Pertanyaan dan pernyataan siswa dan guru selanjutnya dianalisis berdasarkan Matriks Knowledge Bloom yang direvisi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua model yang dipergunakan terbukti mampu mendorong siswa untuk mengajukan pertanyaan, dan meningkatkan kualitas pertanyaannya. Namun, level pertanyaan yang diajukan siswa belum menunjukkan bahwa siswa telah memiliki HOTS, karena masih berkisar pada C1, C2 dan pada dimensi konseptual dan faktual. Hanya sedikit siswa yang mampu mencapai HOTS.

Riset-riset terapan dan pengukuran HOTS selama ini berfokus kepada siswa sebagai objek belajar. Namun, pada faktanya guru dan juga dosen kemungkinan belum terlatih juga untuk menerapkan pembelajaran dan pengukuran berbasis

HOTS. Oleh karena itu, riset-riset ke depan sebaiknya juga diarahkan untuk melatih pendidik sebagai pihak yang akan melatih kemampuan ini, melalui rancangan riset-riset model pengembangan kompetensi guru.

Penutup

Implementasi riset terkait HOTS sangat beragam berdasarkan tujuan dan pemanfaatannya mencakup riset fundamental, riset pengembangan, dan riset terapan. Riset-riset fundamental di bidang HOTS berusaha untuk mendefinisikan HOTS, menetapkan kriteria HOTS berdasarkan level pendidikan siswa, konsepsi HOTS, dan pemetaan pola berpikir manusia yang diduga dipengaruhi oleh faktor budaya, keyakinan, agama, dan pola berpikir. Sementara riset pengembangan HOTS difokuskan pada tiga aspek, yaitu *teaching strategy* (meliputi metode, model, lesson design), *teaching material supporting* (media, modul), dan asesmen. Sedangkan riset terapan berkonsentrasi pada menerapkan metode, model dan asesmen yang sudah fix.

Referensi

- Anderson, L., Krathwohl, D., Airaisian, P., Cruikshank, K. M., Pintrich, P., & Raths, J. W. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Pearson, Allyn & Beacon.
- Bloom, B., Engelhart, M., Furst, E., Hill, E., & Krathwohl, D. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain*. New York: David McKay Co.inc.
- Caine, R., Caine, G., & McClintic, C. (2009). *12 Brain/Mind Learning Principles in Action: Developing Executive Functions of The Human Brain* (2nd ed.). London: Corwin Press.
- Cang, K., Sung, Y., & Lee, C. (2003). Web-based Collaborative Inquiry Learning. *Journal of Computer Assisted Learning* , 19, 56-69.
- Chan, N., Ho, I., & Ku, K. (2011). Epistemic Beliefs and Critical Thinking of Chinese Students. *Learning and Individual Differences* , 21 (1), 67-77.
- Chi Lun, V., Fischer, R., & Ward, C. (2010). Exploring cultural differences in critical thinking: It is about my thinking styles or the language I speak? *Learning and Individual Differences* , 20 (6), 604-616.
- Chin, C. (2004). Students' questions: Fostering a culture of inquisitiveness in science classrooms. *School Science Review*, 86(314), 107–112.
- Chin, C. (2006). Using self-questioning to promote pupils' process skills thinking. *School Science Review*, 87(321), 113–122.
- Chin, C., Brown, D.E., & Bruce, B.C. (2002). Student-generated questions: A meaningful aspect of learning in science. *International Journal of Science Education*, 24(5), 521–549.
- Chin, C., & Chia, L.G. (2004). Problem-based learning: Using students' questions to drive knowledge construction. *Science Education*, 88, 707–727.

- Chin, C., & Kayalvizhi, G. (2002). Posing problems for open investigations: What questions do pupils ask? *Research in Science & Technological Education*, 20(2), 269–287.
- Clark, R., & Chopeta, L. (2004). *Graphics for Learning: Proven Guidelines for Planning, Designing, and Evaluating Visuals in Training Materials*. San Francisco: Jossey-Bass/Pfeiffer.
- Donnelly, D., Linn, M., & Ludvigsen, S. (2014). Impacts and Characteristics of Computer based Science Inquiry Learning Environments for Precollege Students. *Education and Educational Research*, 84 (4), 572-608.
- Facione, P. (1990). *Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purpose of Educational Assessment and Instruction. Research Findings and Recommendations*. California: Committee on Pre-College Philosophy of the APA.
- Fuster, J. (2003). *Cortex and Mind: Unifying Cognition*. Oxford: Oxford University Press.
- Fuster, J. (2008). *The Prefrontal Cortex* (Fourth ed.). London: Academic Press.
- Goldberg, E. (2001). *The Executive Brain: Frontal Lobes and the Civilized Mind*. Oxford: Oxford University Press.
- Hess, K. Karin., Ben S. Jones, D. Carlock, John R. Walkup. (2009). Cognitive Rigor: Blending the Strengths of Bloom’s Taxonomy and Webb’s Depth Knowledge to Enhance Classroom-level Processes. ERIC ED517804
- King, F., Goodson, L., & Rohani, F. (1999). *Higher Order Thinking Skills*. Florida: CALA State University of Florida.
- Kuo, C. Y., Wu, H.-K., Jen, T. H., & Hsu, Y. S. (2015). Development and validation of a multimedia-based assessment of scientific inquiry abilities. *International Journal of Science Education*, 37(4), 2326-2357. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2015.1078521>
- Le Doux, J. (2002). *Synaptic Self: How Our Brains Become Who We Are*. New York: Viking.
- Webb, N. (1997). Research Monograph Number 6: “Criteria for alignment of expectations and assessments on mathematics and science education. Washington, D.C.: CCSSO.
- Webb, N. (August 1999). Research Monograph No. 18: “Alignment of science and mathematics standards and assessments in four states.” Washington, D.C.: CCSSO.
- Sajidan, S. Widoretno, M. Ramli, Joko A. (2015). Kualitas Dan Kuantitas Pertanyaan Guru Dan Peserta Didik Sebagai Indikator Proses Berpikir Pada Pembelajaran Biologi Di SMA Surakarta. Laporan Akhir (unpublished)
- Wang, J.-Y., Wu, H.-K., Chien, S. P., Hwang, F. K., & Hsu, Y. S. (2015). Designing Apps for science learning: Facilitating high school students’ conceptual understanding by using tablet PCs. *Journal of Educational Computing Research*, 51(4), 441-458. <http://dx.doi.org/10.2190/EC.51.4.d>
- Wu, H.-K., Kuo, C. Y., Jen, T.-H., & Hsu, Y. S. (2015). What makes an item more difficult? Effects of modality and type of visual information in a

computer-based assessment of scientific inquiry abilities. *Computers & Education*, 85, 35-48. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2015.01.007>

Wu, P. H., Wu, H.-K., Kuo, C. Y. & Hsu, Y. S. (2015). Supporting scientific modeling practices in atmospheric sciences: Intended and actual affordances of a computer-based modeling tool. *Interactive Learning Environments*, 23(6), 748-765. <http://dx.doi.org/10.1080/10494820.2013.807844>