

# **PERAN SCAFFOLDING DALAM *PROBLEM SOLVING* UNTUK MENINGKATKAN *SCIENCE CONTENT* *KNOWLEDGE* CALON GURU**

**Kartika Chrysti Suryandari**

Universitas Sebelas Maret

e-mail: kartika@fkip.uns.ac.id

## **Abstrak**

Pembelajaran sains menuntut pemahaman, sintesa, analisa dalam *problem Solving*. Solusi untuk mengatasi permasalahan tentang minimnya penguasaan konten sains dengan *scaffolding*. Berbagai penelitian pada bidang matematika, sains, keterampilan menulis menggunakan *scaffolding* dalam pembelajaran di kelas. Tujuan dari penulisan ini adalah bagaimana *scaffolding* dalam *problem solving* dapat meningkatkan *science content knowledge* bagi calon guru ?. Tahapan aktivitas yang dilaksanakan dalam *problem solving* sebagai berikut tahap identifikasi masalah dan keterkaitan/*Identification and Engagement*, b) tahap eksplorasi/ *exploration*, c) tahap Eksplanasi dan rekonstruksi, d) tahap komunikasi presentasi, e) tahap Refleksi. Kesimpulan *Science Content Knowledge* adalah salah satu aspek *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) yang perlu dikuasai oleh guru. *Scaffolding* berupa segala bentuk bantuan yang dilakukan secara bertahap kemudian dikurangi supaya siswa mengambil alih untuk meningkatkan pengetahuannya. Informasi yang terstruktur dan terkonsep membentuk pengetahuan dalam hal ini *science content knowledge*. Pemahaman yang lebih mendalam tentang *scaffolding* meningkatkan kreativitas guru dalam pembelajaran sains. Dengan demikian *scaffolding* dalam *problem solving* dapat meningkatkan *science content knowledge*.

**Kata kunci:** *scaffolding, science content knowledge, problem solving*

## **PENDAHULUAN**

Pengetahuan guru mengenai konten materi sains merupakan isu yang penting. Pengajaran sains selalu berkitan dengan pengetahuan tentang konten (*content knowledge*) dan pengetahuan tentang pedagogi (*pedagogical knowledge*). Pada saat seorang guru sains mengajar, maka mempresentasikan pengetahuan konten dan pedagogi secara bersamaan. Guru perlu menguasai *science content knowledge* dan cara penyampaian (pengajarannya) kepada peserta didik atau yang dikenal sebagai *Pedagogical Content Knowledge* (Shulman, 1987). Guru adalah kunci keberhasilan pendidikan, oleh karena itu harus disiapkan secara profesional.

Menurut penelitian dari National Research Council, (1996) bahwa apa yang siswa pelajari tergantung dari bagaimana gurunya mengajar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa salah satu faktor yang memungkinkan untuk meningkatkan keefektifan guru adalah memperkaya PCK (Schneider, R. M and Plasman, K. 2011). Pembelajaran sains yang efektif memungkinkan interaktif antara guru dan para siswanya bekerjasama sebagai agen pembelajar yang aktif. Guru juga belajar bagaimana memberikan dukungan dan bimbingan yang efektif bagi para siswanya.

Berdasarkan pengamatan selamapembelajaran diketahui bahwa calon guru mengalami kesulitan untuk menguasai konten sains terutama konsep-konsep abstrak, konsep-konsep sains dihafalkan sehingga timbul kejenuhan, kurang memahami urutan materi sains, timbul miskonsepsi sains. Menurut Lederman, N. G. (1999) bahwa guru-guru sains tidak cukup memiliki pelatihan dalam bidang sains. Guru seringkali memiliki miskonsepsi dan kerangka berpikir yang sama tentang sains, seperti halnya siswa. Siswa menjadi subjek pembelajaran, sehingga tidak lagi menjadi objek sasaran guru dalam penyampaian materi pembelajaran. Oleh karena itu, guru perlu merubah mindset tentang pembelajaran. Guru yang kreatif dapat menerapkan berbagai model, pendekatan, teknik dan strategi pembelajaran siswa aktif. Pembelajaran sains lebih bermakna jika guru menguasai konten (isi) materi pembelajaran dengan baik. Pembelajaran sains menuntut pemahaman, sintesa, analisa dalam *problem Solving*. Solusi untuk mengatasi permasalahan tentang minimnya penguasaan konten sains dengan *scaffolding*. Berbagai penelitian pada bidang matematika, sains, keterampilan menulis menggunakan *scaffolding* dalam pembelajaran di kelas (Hill, J. R & Hannafin, 2001; Schoenfeld, 1991; Azevedo & Jacobson, 2008). *Scaffolding* sebagai strategi pembelajaran sains untuk membantu calon guru meningkatkan pemahaman sains. *Scaffolding* menekankan mahasiswa untuk mengkonstruksi pengetahuan melalui pembelajaran aktif, meningkatkan kemandirian dan pentingnya berpikir tingkat tinggi. Beberapa aspek berpikir tingkat tinggi misalnya berpikir kritis, *problem solving*, inkuiri dan konstruktivisme (Wannapiroon. P. 2013). Pemecahan masalah berorientasi untuk mencari solusi yang berbeda dan otentik melalui beberapa interaksi antara pemecah masalah, alat, dan sumber daya terkait. *Scaffolding* merupakan proses dukungan kognitif dan sosial yang dirancang untuk meningkatkan pemahaman sains melalui pemecahan masalah. Pembelajaran dengan *scaffolding* dalam pemecahan masalah melibatkan proses psikologi kognitif dari pemahaman konsep sains ke dalam *Long Term Memory (LTM)*. Bagaimana *scaffolding* dalam *problem solving* dapat meningkatkan *science content knowledge* bagi calon guru ?

## PEMBAHASAN

### 1. *Science Content Knowledge*

Pembelajaran Sains memiliki peranan yang sangat penting dalam meningkatkan kualitas pendidikan serta memfokuskan pada peningkatan pengetahuan siswa tentang diri sendiri dan alam. Pembelajaran Sains merupakan bekal bagi siswa agar mempunyai pengetahuan tentang

hal-hal yang terjadi dalam kehidupan dan berkaitan dalam kegiatan sehari-hari. *Science Content Knowledge* adalah salah satu aspek *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) yang dikembangkan oleh Shulman, 1987. PCK suatu perpaduan khusus antara *content knowledge* dan *pedagogical knowledge* yang dibangun setiap waktu dan pengalaman, sehingga menghasilkan guru profesional. PCK adalah gagasan akademik yang menyajikan tentang ide untuk membangkitkan minat dan pengalaman tentang bagaimana mengajar konten tertentu secara khusus agar pemahaman siswa tercapai (Novick, L. R., & Bassok, M. (2005). Pemahaman atau pengetahuan pada subjek matter dalam hal ini sains.

Kedalaman dan keluasan isi materi dari setiap jenjang pendidikan berbeda, misalnya sains di tingkat SD berbeda dengan tingkat SMP dan SMA. Guru hendaknya mengembangkan pemahamannya pada isi materi, teori, konsep, ide, *organisation framework*, praktikum dan penerapan sains dalam kehidupan sehari-hari (Shulman, 1987; Koehler, M. J., & Mishra, P., 2009). Pengetahuan pada metode ilmiah dan fakta sains yang autentik (Lederman, 1998). Penguasaan konsep sains yang disampaikan guru dalam pembelajaran mempengaruhi penerimaan pada siswa dan menghindari miskonsepsi.

Menurut Koehler, M. J., & Mishra, P., (2009), PCK mempunyai tiga komponen, yaitu pemahaman konten, pemahaman kurikulum dan pemahaman pedagogik. Konsep PCK sangat beragam, tetapi para peneliti pendidikan telah sepakat bahwa PCK merupakan pengetahuan pengalaman dan keahlian yang diperoleh melalui pengalaman-pengalaman di kelas (Lederman, 1999; National Research Council, 1996; Cakir. M. 2008). Dengan demikian calon guru dan guru pemula biasanya memiliki PCK yang minim dibandingkan dengan guru yang berpengalaman (Linn, M. C., Clark, D., & Slotta, J. D. (2003). Media yang efektif dan efisien dalam pembinaan guru profesional adalah adanya pertukaran pengetahuan konten dan pedagogik antara guru baru dan guru yang sudah berpengalaman mengajar (profesional). Menurut The national science Education Standards (National Research Council, 1996); “*incorporated the concept of PCK as an essential component of professional development for science teacher.*” Supaya pembelajaran efektif, seorang guru perlu (a) mengaktifkan pengetahuan sebelumnya; (b) memprediksi kesulitan siswa dengan konten pelajaran; (c) menyesuaikan strategi dan pendekatan pembelajaran sesuai dengan kebutuhan siswa; (d) membuat koneksi antar konsep; (e) mengidentifikasi koneksi yang relevan antara konten akademik dengan kehidupan siswa; (f) memberikan kesempatan pada siswa untuk menilai pembelajaran; (g) menggunakan *feedback* pada penilaian formatif untuk menginformasikan pembelajaran; (h) menyesuaikan antara tujuan dan metode pembelajaran dengan topik yang sedang diajarkan. Model PCK guru yang diusulkan oleh Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999) merupakan perluasan dari model PCK sebelumnya yang diusulkan oleh Shulman (1987) dan Grossman (1990).

Model PCK guru yang pertama diusulkan oleh Magnusson et al. (1999) yaitu dengan mengidentifikasi hubungan antara domain pengetahuan guru yang meliputi: (1) pengetahuan materi pelajaran (*subject matter*), baik struktur substantif dan sintaksis, (2) pengetahuan pedagogis umum, dan (3) pengetahuan tentang konteks, dan pusat pengetahuan guru (4)

pengetahuan konten pedagogi (PCK). Magnusson et al. (1999) berpendapat bahwa pengetahuan materi pelajaran, pengetahuan pedagogis, dan pengetahuan tentang konteks sangat mempengaruhi pengetahuan konten pedagogi yang dipegang oleh guru.

## **2. Pemecahan Masalah/*Problem Solving***

Teori utama yang mendasari penelitian yang terkait dengan pemecahan masalah adalah teori ruang masalah yang dikembangkan oleh Allan Newel dan Hebert Simon. Pemecahan masalah adalah salah satu upaya untuk mengatasi rintangan yang menghambat jalan menuju solusi (Reed, 2000). Pemecahan masalah yang terstruktur dengan baik mampu melihat kondisi awal masalah dan kondisi akhir (tujuan) di sebuah ruang masalah. Ruang masalah merupakan zona dari semua tindakan yang memungkinkan untuk diterapkan untuk menyelesaikan masalah. Strategi fundamental bagi pemecahan masalah adalah mengidentifikasi masalah menjadi serangkaian tahapan yang dapat diimplementasikan (Wenke & Frensch, 2003). Pemecahan masalah mencakup keadaan awal, tujuan dan keadaan sekarang. Program pemecahan masalah berbentuk algoritma yaitu urutan operasi yang bisa diulangi lagi, secara teoritis untuk menemukan solusi. Pemecah masalah yang efektif cenderung menggunakan heuristika analisis cara-tujuan. Strategi pemecahan masalah ini membandingkan kondisi saat ini dan kondisi tujuan, dan mengambil langkah-langkah untuk meminimalkan perbedaannya.

Permasalahan yang terstruktur dengan buruk maksudnya tidak ada jalan yang jelas dan mudah untuk mencapai solusinya. Pemecah masalah ini kesulitan mengkonstruksi representasi mental yang benar untuk menemukan solusinya. Permasalahan struktur buruk memerlukan *insight* atau cara pandang yang berbeda sebagai strategi dalam menyelesaikan masalah. Sebuah *insight* yang secara tiba-tiba melibatkan pengkonsepan ulang yang disusun dari banyak pemikiran dan kerja keras. Jika kita menemukan solusi dari suatu permasalahan maka terjadi penstransferan positif tentang aplikasi pengetahuan atau keahlian dari suatu masalah ke situasi masalah lainnya (Reed, 2000).

## **3. Problem solving dan Aktivasnya**

Pembelajaran Problem Solving (PS) adalah suatu model pembelajaran yang berpusat pada keterampilan pemecahan masalah, yang diikuti dengan penguatan kreatifitas. Siswa dapat melakukan keterampilan memecahkan masalah untuk memilih dan mengembangkan tanggapannya, ketika dihadapkan pada suatu masalah. Siswa dituntut tidak hanya dengan cara menghafal namun keterampilan memecahkan masalah untuk memperluas proses berpikir. Problem solving merupakan salah satu metode alternatif yang dapat digunakan sehingga keaktifan dan kreativitas siswa menjadi lebih baik. Penerapan model problem solving dalam pembelajaran sains melibatkan siswa untuk dapat bersikap aktif dalam proses pembelajaran (Marshall, S. P, 1995).

Pendekatan pemecahan masalah menekankan beberapa tujuan dan sasaran kegiatan yang berorientasi pada komponen yang saling terkait: (1) pemecahan konteks harus "nyata, otentik, berbasis pada pengalaman, (2) informasi yang mendukung dan dan pengetahuan awal siswa

dalam memecahkan masalah, (3) informasi berupa panduan prosedural tentang tahapan pemecahan masalah, dan (4) petunjuk praktik yang diikuti siswa sebagai latihan dalam keterampilan memecahkan masalah (Novick, L. R., & Bassok, M, 2005).

Menurut Jonassen (2007) menyatakan terdapat dua sudut pandang problem solving secara internal dan eksternal. Problem solving internal yang dimiliki individu meliputi dengan tingkat pengetahuan awal, keterampilan untuk bernalar dan keyakinan/*beliefs*. Faktor eksternal mencakup cara untuk mengungkapkan masalah secara terstruktur. Dalam pendidikan IPA metode inkuiri tepat digunakan dalam problem solving berdasarkan pada *National Science Education Standart* (National Research Council, 2000). Tahapan aktivitas yang dilaksanakan dalam problem solving sebagai berikut:

a. Tahap identifikasi masalah dan keterkaitan/*Identification and Engagement*,

Siswa menemukan permasalahan kemudian merencanakan untuk menyelidiki lebih lanjut. Siswa memilih beberapa alternatif permasalahan autentik yang akan didiskusikan melalui literasi dan observasi. Dalam rangka untuk mengidentifikasi masalah terkait, siswa mencatat observasi tentang fenomena alam dan kemudian menyimpulkan hubungan sebab akibat yang mungkin berdasarkan pengetahuan sebelumnya dan pengalaman masa lalu (Linn, Clark, & Slotta, 2003).

b. Tahap eksplorasi/*exploration*,

Guru memberi kesempatan kepada siswa untuk terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran dengan melakukan eksplorasi dengan seluruh pengetahuannya. Guru mendorong terjadinya kerjasama dalam kelompok selama penyelidikan berlangsung dengan memberikan beberapa pertanyaan. Selama eksplorasi, menggali beberapa sumber, perencanaan untuk investigasi, dan memanfaatkan alat untuk mengidentifikasi permasalahan (Novick & Bassok, 2005). Siswa menggunakan beragam keterampilan kognitif seperti penalaran induktif, penalaran deduktif, modeling, heuristik, penalaran analogis, penalaran spasial, pengambilan keputusan.

c. Tahap Eksplanasi dan rekonstruksi / *reconstruction*,

Berinteraksi dengan siswa untuk menggali ide-idenya. Guru memberikan pertanyaan agar siswa dapat melakukan refleksi terhadap hal yang telah dipelajari. Membantu siswa menggunakan idenya yang muncul dari eksplorasi untuk mengkonstruksi konsep dan pengertian yang dapat dipahaminya secara tanya jawab, membuat prediksi, hipotesis, investigasi, membuat kesimpulan dan presentasi (White, B. Y., Shimoda, T. A., & Frederiksen, J. R. (2000).

d. Tahap komunikasi presentasi/*communication & presentation*:

Guru membantu siswa mengembangkan idenya melalui aktivitas fisik dan mentalnya seperti sharing ide, dan diskusi. Siswa membuat laporan praktikum atau jurnal kemudian didiskusikan bersama guru, teman sejawat dan ahli. Aktivitas ini membantu siswa mengembangkan keterampilan proses ilmiah, mendorong terjadinya

komunikasi melalui kerjasama dalam kelompok dan pengalaman yang lebih mengenai alam dan teknologi (Zimmerman, C. 2007).

e. Tahap Refleksi/*Reflection & negotiation*:

Mengevaluasi konsep dengan menguji perubahan pada pikiran siswa dan penguasaan keterampilan proses ilmiah. Menggunakan *Hands-on assesment, pictoral problem solving*, dan *reflective questioning*. Mendorong siswa agar dapat membuat argumen, mempertahankan pendapat, merevisi ide dan membuat solusi (Belland, B. R., Glazewski, K. D., & Richardson, J. C, 2008).

Problem solving di kelas dilaksanakan dengan langkah-langkah metode ilmiah. Siswa mengidentifikasi masalah dengan cara observasi fenomena alam, melalui cara literasi dan pemanfaatan teknologi (Kim, M. C and Hannafin, M. J, 2011). Problem solving yang dilakukan dengan pendekatan kontekstual untuk memecahkan masalah berfungsi membantu siswa untuk mengenali situasi yang terjadi pada masalah sederhana atau kompleks. Ketuntasan siswa dalam memecahkan suatu masalah dipengaruhi oleh emosi dan motivasi (Schwarz & Skurnik, 2003). Siswa ditekankan untuk memahami dan menganalisis keterkaitan hubungan dalam setiap masalah dengan pengetahuannya. Menganalisa situasional untuk mengidentifikasi bagian-bagian penting dari setiap permasalahan dan merumuskan strategi untuk memecahkan masalah (Marshall, 1995).

Pembelajaran secara kooperatif adalah salah satu tujuan pembelajaran sains. Aktivitas problem solving dan pembelajaran kelompok telah dirumuskan dalam pembelajaran sains yang dalam pelaksanaannya memerlukan kognitif dan konstruktivisme.

#### 4. Pembelajaran Sains dengan *Scaffolding* dalam *Problem Solving*

Pembelajaran menekankan *scaffolding* berasal dari teori belajar Vigotsky. Terdapat empat prinsip penting dalam konstruktivisme Vigotsky yaitu *social learning*, *Zona Proximal Development (ZPD)*, *cognitive apprenticeship* dan *Scaffolding/ mediated learning* (Slavin. R. E. 2012). Dalam pembelajaran guru sebagai agen budaya yang memandu siswa sehingga menguasai secara tuntas keterampilan yang harus dikembangkan berkaitan dengan fungsi kognitif.

Berikut ini adalah penjelasan masing-masing tahap dalam teori Vigotsky;

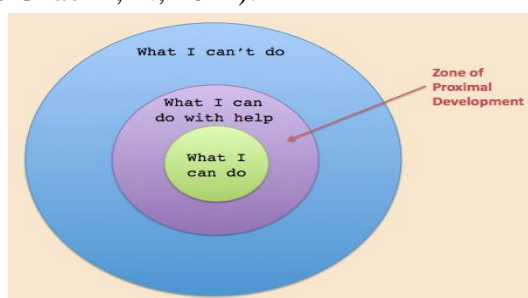
a. *Social learning*

Vygotsky menekankan pada pentingnya hubungan antara individu dan lingkungan sosial dalam pembentukan pengetahuan. Teori ini menyatakan bahwa interaksi sosial yaitu interaksi individu dengan orang lain merupakan faktor terpenting yang dapat memicu perkembangan kognitif seseorang. Vygotsky berpendapat bahwa proses belajar akan terjadi secara efisien dan efektif apabila anak belajar secara kooperatif dengan anak-anak lain dalam suasana dan lingkungan yang mendukung (*supportive*), dalam bimbingan seseorang yang lebih mampu, guru atau orang dewasa. Teori konstruktivisme Vygotsky dikembangkan oleh pemerhati pendidikan sebagai

model pembelajaran kooperatif, model pembelajaran *peer interaction*, model pembelajaran kelompok, dan model pembelajaran *problem posing* (Schunk. D. H. 2009).

b. *Zona of Proximal Development (ZPD)*

Vygotsky menjelaskan bahwa Zona Proximal Development (ZPD) adalah jarak atau zona tingkap perkembangan aktual anak dalam kemampuan memecahkan masalah secara mandiri dan di bawah bimbingan orang dewasa atau kerjasama dengan teman sebaya. ZPD merupakan aspek penting yang wajib diperhatikan dalam merencanakan pembelajaran. Pembelajaran yang berhasil harus menciptakan ZPD yang merangsang anak untuk aktif dan berpikir kritis (Schunk. D. H. 2009; Slavin. R. E, 2012; Fani,T. & Ghaemi, F., 2011).



Gambar 1. Zona Proximal Development (ZPD) dari teori belajar Vygotsky

c. *Cognitive apprenticeship*

Konsep yang memadukan antara *social nature of learning* dan ZPD disebut *Cognitive apprenticeship*. Aktivitas dalam *cognitive apprenticeship* merupakan proses pembelajar untuk mendapatkan tingkat pengetahuan yang lebih tinggi melalui interaksi dengan para ahli, orang dewasa atau orang yang lebih berpengalaman. Mahasiswa yang melaksanakan Praktek Pengalaman Lapangan (PPL) adalah salah satu bentuk magang (*apprenticeship*) (Schunk. D. H. 2009, Slavin. R. E, 2012). Pada saat *Cognitive apprenticeship* terjadi tahapan pemrosesan informasi dimana kumpulan neuron berkontribusi saling memberikan sinyal visual dan bergerak sepanjang jalur dari korteks visual primer di lobus oksipital menuju temporal dan lobus-lobus parietal. Berbagai informasi seperti bentuk, orientasi, warna dan pergerakan objek menuju lobus parietal. Kumpulan neuron yang berhubungan mengintegrasikan informasi fitur yang diekstraksi sebelumnya menjadi representasi objek (Schwarz, N & Skurnik, I. 2003)

d. *Scaffolding / Mediated Learning*

Pemikiran konstruktivisme modern adalah *Scaffolding / Mediated Learning* yaitu tingkatan pengetahuan yang berjenjang. *Scaffolding*, berarti memberikan kepada seorang individu sejumlah besar bantuan selama tahap-tahap awal pembelajaran dan kemudian mengurangi bantuan tersebut dan memberikan kesempatan kepada anak

tersebut mengambil alih tanggung jawab yang semakin besar segera setelah mampu mengerjakan sendiri (Fani,T. & Ghaemi, F., 2011). Bantuan yang diberikan pembelajar dapat berupa petunjuk, peringatan, dorongan, menguraikan masalah ke dalam bentuk lain yang memungkinkan siswa dapat mandiri. Dorongan guru sangat dibutuhkan agar pencapaian siswa ke jenjang yang lebih tinggi menjadi optimum (Slavin. R. E. 2012, Schunk. D. H. 2009). Siswa yang mendapatkan scaffolding menerima pemrosesan informasi baru. Pemrosesan informasi menunjuk kepada cara-cara mengumpulkan atau menerima stimulus dari lingkungan, mengorganisasi data, memecahkan masalah, menemukan konsep-konsep dan pemecahan masalah serta menggunakan simbol-simbol verbal dan non-verbal. Proses informasi dalam ingatan dimulai dari proses penyandian informasi (*encoding*), diikuti dengan penyimpanan informasi (*stroke*) dan diakhiri dengan mengungkapkan kembali informasi-informasi yang telah disimpan dalam ingatan (*retrival*).

Menurut Sweller, 2004, bahwa *encoding* adalah proses memasukkan informasi ke dalam memori. Sistem syaraf menggunakan kode internal yang merepresentasikan stimulus eksternal. Dengan cara ini representasi objek/kejadian eksternal dikodekan menjadi informasi internal dan siap disimpan. *Stroke* adalah informasi yang diambilkan dari memori jangka pendek kemudian diteruskan untuk diproses dan digabungkan ke dalam memori jangka panjang. Namun tidak semua informasi dari memori jangka pendek dapat disimpan. Kunci penting dalam penyimpanan di memori jangka panjang adalah adanya motivasi yang cukup untuk mendorong adanya latihan berulang hal-hal dari memori jangka pendek. *Retrieval* adalah hasil akhir dari proses memori. Pemanfaatan informasi yang disimpan juga dapat diperoleh kembali tetapi tidak selalu mudah untuk menggunakan dan menempatkannya. Komponen-komponen pemrosesan informasi dipilih berdasarkan perbedaan fungsi, kapasitas bentuk informasi, serta proses terjadinya "lupa" adalah sebagai berikut:

- (1) *Sensory Receptor* (SR) adalah sel tempat pertama kali informasi diterima dari luar. Di dalam SR informasi ditangkap dalam bentuk aslinya, informasi hanya bertahan dalam waktu yang sangat singkat dan mudah terganggu atau berganti (Bruning et al., 2004).
- (2) *Working Memory* (WM) diasumsikan mampu menangkap informasi yang mendapat perhatian individu, perhatian dipengaruhi oleh persepsi. Karakteristik *Working Memory* adalah memiliki kapasitas terbatas (informasi hanya mampu bertahan 15 detik jika tidak diadakan pengulangan) dan informasi dapat disandi dalam bentuk yang berbeda dari stimulus aslinya. Informasi dapat bertahan dalam WM dengan cara upayakan jumlah informasi tidak melebihi kapasitas disamping melakukan pengulangan (Mayer,R. E, 2003).
- (3) *Long Term Memory* (LTM) diasumsikan: berisi semua pengetahuan yang telah dimiliki oleh individu dan mempunyai kapasitas tidak terbatas. Informasi disimpan di dalam LTM, ia tidak akan pernah terhapus atau hilang, sedangkan lupa adalah



proses gagalnya memunculkan kembali informasi yang diperlukan. Tennyson mengemukakan proses penyimpanan informasi merupakan proses mengasimilisasikan pengetahuan baru pada pengetahuan yang telah dimiliki, yang selanjutnya berfungsi sebagai dasar pengetahuan (Sweller, 2004).

Pengetahuan awal (*prior knowledge*) adalah informasi yang sebelumnya telah dipelajari dan disimpan di memori jangka panjang. Apabila perhatian untuk mengindra stimulus tersebut ditingkatkan, maka alat pengindra akan mengumpulkan lebih banyak informasi yang berkaitan dan mengabaikan informasi yang tidak berkaitan. Kemudian, sistem ini akan mengirimkan ke sistem memori berikutnya (*working memory*) untuk memberikan dan mengorganisasikan makna informasi tersebut. Vigotsky mendeskripsikan bahwa *scaffolding* segala sesuatu sebagai bentuk bantuan kepada siswa dalam rangka meningkatkan tingkat pengetahuan dan keterampilan. Konsep *scaffolding* terdiri dari a) *scaffolding purposes* tentang petunjuk untuk memahami permasalahan dan pemecahannya, b) *scaffolding interaksi/interaction* dapat bersifat statis (hubungan antara siswa dengan sumber referensi dan teknologi) dan dinamis (terdapat interaksi/ *feedback* dengan siswa), c) *scaffolding sources & example* (hubungan antara *scientist*, rekan sejawat dan teknologi dengan keterkaitan desain eksperimen, teori, analogi dan interpretasi data). Dalam aktivitas ini menekankan kemampuan metakognitif siswa (Kim, M. C & Hannafin, M. J, 2011; Hill & Hannafin, 2001). Keterkaitan *scaffolding* dalam *problem solving* untuk meningkatkan pemahaman siswa Tabel 1. Pada aspek *problem solving* dengan identifikasi masalah, eksplorasi, rekonstruksi, komunikasi dan presentasi, refleksi dan negosiasi dilakukan dengan metode inkuiri. Setiap aspek *problem solving* mempunyai karakteristik *scaffolding*.

*Tabel 1. Keterkaitan aspek Problem solving dan scaffolding*  
 (Kim, M. C and Hannafin, M. J, 2011)

| Aspek Problem Solving                |  | Scaffolding<br>(membantu siswa dalam. . .)   |
|--------------------------------------|--|--|
| <i>Identification and Engagement</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>* intensional/Intentionality</li> <li>* Kesesuaian masalah</li> <li>* berdasarkan tujuan/<br/><i>establisment of a share goal</i></li> <li>* berdasarkan situasi/ <i>situation definition</i> (Fani, T. &amp; Ghaemi, F. 2011)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Mengidentifikasi permasalahan yang otentik</li> <li>* Mengidentifikasi permasalahan yg menarik</li> <li>* Merumuskan tujuan permasalahan</li> </ul> |
| <i>Exploration</i>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Struktur</li> <li>* pertanyaan dari permasalahan</li> <li>* tujuan pembelajaran Kim, M. C and Hannafin, M. J. (2011)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>* menyiapkan sumber belajar agar siswa dapat mengeksplorasi ide-idenya</li> <li>* memecahkan masalah</li> </ul>                                       |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <i>Reconstruction</i>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>* internalisasi</li> <li>* bantuan</li> <li>* internalisasi, kemandirian, generalisasi konsep lain (Marshall, S. P., 1995)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>* menyeleksi sumber belajar yang relevan menjawab pertanyaan</li> <li>* menghubungkan teori dan kejadian sehari-hari</li> <li>* menjelaskan konsep yg ambigu</li> </ul> |
| <i>Communication &amp; presentation</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>* kolaborasi &amp; diskusi</li> <li>* umpan balik/<i>feedback</i></li> <li>* mediasi (Reed, S. K. (2000))</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>* menekankan diskusi kelompok &amp; share ide</li> <li>* presentasi ide-ide dikaitkan dengan teori</li> </ul>   |
| <i>Reflection &amp; negotiation</i>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>* aktif mendiagnosis permasalahan</li> <li>* penilaian berkelanjutan (Marshall, S. P., 1995)</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>* merefleksi proses problem solving</li> <li>* menilai proses pembelajaran</li> </ul>   |

*Scaffolding* bermanfaat untuk memotivasi siswa agar tertarik dan fokus dalam pembelajaran, mengorganisasikan tugas supaya lebih teratur dan dapat dikerjakan oleh siswa, mengurangi rasa bosan, memperjelas materi pada saat guru presentasi (National Research Council, 2004). Penerapan teknologi web dapat meningkatkan *scaffolding* dalam memahami konsep sains (Kim, M. C and Hannafin, M. J, 2011). Guru menggunakan teknologi untuk mengakses informasi dari berbagai sumber sehingga dapat menjelaskan konsep-konsep sains secara induksi, deduksi dan penjelasan yang realistis (Dunbar, 2007). Siswa mengeksplorasi permasalahan dengan cara investigasi menyusun hipotesis. Implementasi konsep *scaffolding* misalnya berupa pemberian bantuan yang lebih terstruktur kepada siswa dengan maksud siswa lebih bertanggung jawab atas dasar keputusannya sendiri. *Scaffolding* dapat memotivasi siswa, menyederhanakan penamahan pada tugasnya, lebih memfokuskan pada tujuan pembelajaran, mengurangi rasa bosan pada pembelajaran.

## SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pembelajaran Sains merupakan bekal bagi siswa agar mempunyai pengetahuan tentang hal-hal yang terjadi dalam kehidupan dan berkaitan dalam kegiatan sehari-hari. *Science Content Knowledge* adalah salah satu aspek *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) yang perlu dikuasai oleh guru.
2. *Scaffolding* berupa segala bentuk bantuan yang dilakukan secara bertahap kemudian dikurangi supaya siswa mengambil alih untuk meningkatkan pengetahuannya. Seorang siswa yang mendapatkan *scaffolding* dalam problem solving terstimuli untuk berfikir mendapatkan informasi dan pengetahuan. Pengetahuan diperoleh karena adanya informasi

baru yang masuk dalam otak. Informasi didapatkan dengan tahapan encoding, storage dan retrieval dalam *long term memory*.

3. Informasi yang terstruktur dan terkonsep membentuk pengetahuan dalam hal ini *science content knowledge*. Pemahaman yang lebih mendalam tentang scaffolding meningkatkan kreativitas guru dalam pembelajaran sains. Dengan demikian scaffolding dalam problem solving dapat meningkatkan *science content knowledge*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azevedo, R., Moos, D. C., Greene, J. A., Winters, F. I., & Cromley, J. G. (2008). Why is externally-facilitated regulated learning more effective than self-regulated learning with hypermedia? *Educational Technology Research & Development*, 56, 45–72.
- Belland, B. R., Glazewski, K. D., & Richardson, J. C. (2008). A scaffolding framework to support the construction of evidence-based arguments among middle school students. *Educational Technology Research and Development*, 56, 401–422.
- Bruning, R. H., Scraw, G. J., Norby, M. N., & Ronning, R. R. (2004). *Cognitive Psychology and Instruction* (4 ed.). Ohio: Prentice Hall.
- Cakir, M. 2008. *Constructivist Approaches To Learning in Science And Their Implications for Science Pedagogy: A literature Review*. *International Journal of Environmental & Science Education*. Vol. 3. No. 4. October 2008. 193-206 ISSN 1306-3065. <http://www.ijese.com/>
- Dunbar, K. (2007). How scientists think in the real world: implications for science education. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21(1), 49–58.
- Fani, T. & Ghaemi, F. (2011). Implications of Vygotsky's Zone of Proximal Development (ZPD) in Teacher Education: ZPTD and Self-scaffolding. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 29 (2011) 1549 – 1554
- Hill, J. R., & Hannafin. (2001). Teaching and learning in digital environments: the resurgence of resource-based learning. *Educational Technology Research and Development*, 49 (3), 37–52.
- Jonassen, D. H. (2007). *Learning to solve complex, scientific problems*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kim, M. C and Hannafin, M. J. (2011). Scaffolding problem solving in technology-enhanced learning environment (TELEs): Bridging research and theory with practice.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.

- Lederman, N. G. (1999). Teachers' Understanding of Nature Science and Classroom Practice: Factors That Facilitate and Impede the Relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (8), 916-929.
- Linn, M. C., Clark, D., & Slotta, J. D. (2003). Wise design for knowledge integration. *Science Education*, 87(4), 517-538.
- Marshall, S. P. (1995). *Schemas in problem solving*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, Source and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds), *Examining Pedagogical Content Knowledge* (pp. 95-132). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Mayer, R. E. (2003). *Cognitive Theory of Multimedia Learning*. University of California. Santa Barbara.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2004). *How people learn: Bridging research and practice*. Washington, DC: National Academy Press.
- Novick, L. R., & Bassok, M. (2005). Problem solving. In K. Holyoak, & R. G. Morrison (Eds.), *The Cambridge handbook of thinking and reasoning* (pp. 321-350). New York: Cambridge University Press.
- Reed, S. K. (2000). Thinking: Problem Solving. Dalam A. E. Kazdin (Ed), *Encyclopedia of Psychology* (Vol. 8). Washington, DC: American Psychological Association. Pp. 71-75.
- Schneider, R. M and Plasman, K. 2011. Science Teacher Learning Progression: a Review of science teachers' pedagogical content knowledge development. *Review of Educational Research* 81, 530-565
- Schunk, D. H. 2009. *Learning Theories An Education Perspective fifth Edition*. Pearson Education. Inc. New Jersey.
- Schwarz, N & Skurnik, I. (2003). Feeling and Thinking: Implication for Problem Solving. Dalam J. E Davidson & R. J Stenberg (Ed). *The Psychology of Problem Solving*. New York. Cambridge. University.
- Slavin, R. E. 2012. *Educational Psychology Theory And Practice*. Tenth Edition Pearson Education. Inc. New Jersey. USA
- Schoenfeld, A. H. (1991). On mathematics as sense-making: an informal attack on the unfortunate divorce of formal and informal mathematics. In J. F. Bos, D. N. Perkins,

- &J. W. Segal (Eds.), *Informal reasoning and education* (pp. 311–344). Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- Shulman, L. S. 1987. *Knowledge and Teaching; Foundation of The New Reform*. Harvard Educational Review, 57 (1) 1-22
- Sweller, J. (2004). Instructional Design Consequences of an Analogy between Evolution by Natural Selection and Human Cognitive Architecture. *Instructional Science*, 32(1-2), 9-31.
- Wannapiroon, P. 2013. *Development Of Research Based Blended Learning Model To Enhance Graduate Students Research Competency And Critical Thinking Skills*. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 136 (2014) 486-490. Elsevier. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).
- White, B. Y., Shimoda, T. A., & Frederiksen, J. R. (2000). Facilitating students' inquiry learning and metacognitive development through modifiable *software* advisers. In S. P. Lajoie (Ed.), *Computers as cognitive tools: No more walls*, Vol. 2 (pp. 97–132). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Yamin, M. 2015. *Teori Dan Metode Pembelajaran Konsepsi, Strategi dan Praktik Belajar yang Membangun Karakter*. Malang. Madani.
- Wenke, D. & Frensch, P. A. (2003). Is Success or failure at solving complex Problem Related to Intellectual Ability ? Dalam J. E Davidson & R. J Sternbreg (Ed), *The Psychology of Problem Solving*, New York: Cambridge University Presss. Pp 87-126.
- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking *skills* in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27, 172–223.