

IMPLEMENTASI PENDEKATAN SAINS TEKNOLOGI DAN MASYARAKAT DALAM PEMBELAJARAN IPA SD

Maria Senisum

Program Studi PGSD STKIP St. Paulus, Jl. Jend. Ahmad Yani, No. 10, Ruteng-Flores 86508
e-mail: maria_grasela@yahoo.co.id

Abstract: Implementation Approach To Science Technology And Community Learning In Primary School Of Natural Science. The rapid development and the stream of globalisation demand every country to think harder and utilize the potentialities in order to get survived in all aspects of life. Therefore, the students should be prepared to understand and master science and technology in enhancing their life quality through the implementation of appropriate learning approach. This paper seeks to address the implementation of technology science and society-based approach (Henceforth: STM). It is a learning approach which is particularly based on the real problem around the environment as the result of technology application, which has greatly affected society life. Through this approach the students are expected to be able to apply principles of science in coping with problems, happening due to the use of technology in environment and society.

Keywords: science, technology, society

Abstrak: Implementasi Pendekatan Sains Teknologi dan Masyarakat dalam Pembelajaran IPA SD. Pesatnya perkembangan IPTEKS dan tekanan globalisasi mempersyaratkan setiap bangsa untuk mengarahkan pikiran dan seluruh potensi sumber daya yang dimilikinya untuk bisa survive dalam perebutan pemanfaatan kesempatan dalam berbagai sisi kehidupan. Oleh karena itu, siswa perlu dipersiapkan untuk memahami dan menguasai IPTEKS dalam rangka meningkatkan kualitas hidupnya, salah satunya melalui penerapan pendekatan pembelajaran yang sesuai. Salah satu pendekatan pembelajaran dimaksud adalah pendekatan sains teknologi dan masyarakat atau disingkat STM. Pendekatan STM merupakan pendekatan pembelajaran yang berawal dari masalah aktual yang terjadi di lingkungan sekitar sebagai akibat dari penerapan teknologi yang mempengaruhi kehidupan masyarakat. Melalui pendekatan STM, siswa diharapkan mampu menerapkan prinsip sains dan mengatasi permasalahan yang timbul dari munculnya teknologi terhadap lingkungan dan masyarakat.

Kata Kunci: sains, teknologi, masyarakat

PENDAHULUAN

Kualitas manusia yang dibutuhkan oleh bangsa Indonesia pada abad ke-21 adalah manusia yang mampu berkompetisi dalam arus globalisasi. Dalam era ini, tantangan peningkatan mutu dalam berbagai aspek kehidupan tidak dapat ditawar lagi. Pesatnya perkembangan IPTEKS dan tekanan globalisasi yang menghapuskan tapal batas antarnegara, mempersyaratkan setiap bangsa untuk mengarahkan pikiran dan seluruh potensi sumber daya yang dimilikinya untuk bisa *survive* dalam perebutan pemanfaatan kesempatan dalam berbagai sisi kehidupan.

Penguasaan dan penggunaan IPTEKS merupakan kunci penting dalam kehidupan abad sekarang. Perubahan yang sangat cepat dan dramatis dalam bidang ini merupakan fakta dalam kehidupan siswa. Oleh karena itu, peserta didik perlu dipersiapkan untuk mengenal, memahami dan menguasai IPTEKS dalam rangka meningkatkan kualitas hidupnya. Pengembangan kemampuan peserta didik dalam bidang sains (IPA) merupakan salah satu kunci keberhasilan peningkatan kemampuan dalam menyesuaikan diri dengan perubahan dan memasuki dunia teknologi, termasuk teknologi informasi. Upaya

untuk mempersiapkan hal tersebut dilakukan melalui pendidikan.

Pendidikan dewasa ini harus diarahkan pada peningkatan daya saing bangsa agar mampu berkompetisi dalam persaingan global. Hal ini bisa tercapai jika pendidikan di sekolah diarahkan tidak semata-mata pada penguasaan dan pemahaman konsep-konsep ilmiah, tetapi juga pada peningkatan kemampuan dalam memanfaatkan teknologi, dan memecahkan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari.

Pendidikan IPA diharapkan dapat memberi bekal kepada peserta didik dalam menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari serta mampu bersifat arif dan bijaksana dalam menyikapi permasalahan yang ada. Oleh karena itu dalam kegiatan pembelajaran di kelas dibutuhkan pendekatan pembelajaran yang dapat menunjang pengalaman belajar peserta didik sehingga mereka dapat berpikir dalam memecahkan masalah autentik dalam kehidupan sehari-hari serta penerapannya dalam masyarakat, lingkungan dan teknologidan memberi bekal kecakapan hidup (*life skill*) peserta didik.

Pada dasarnya visi pendidikan IPA di sekolah dasar adalah untuk mempersiapkan peserta didik untuk memiliki pemahaman tentang IPA dan teknologi, melalui pengembangan keterampilan berpikir, sikap dan ketrampilan dalam upaya untuk memahami dirinya sehingga dapat mengelola lingkungan, dapat mengatasi masalah dalam lingkungannya. Depdiknas (2007:8) menjelaskan bahwa dalam jangka panjang visi pendidikan IPA memberikan kemampuan berpikir kritis, logis, sistematis; bersikap kreatif, tekun, disiplin, mengikuti aturan, dapat bekerja sama, bersikap terbuka, percaya diri, memiliki keterampilan kerja, keterampilan komunikasi dan keterampilan sosial lainnya yang merupakan kemampuan dasar bekerja ilmiah yang secara terus menerus perlu dikembangkan untuk memberikan bekal peserta didik menghadapi tantangan dalam masyarakat yang semakin kompetitif.

Pembelajaran IPA yang terjadi selama ini lebih mengutamakan bagaimana siswa menguasai konsep daripada bagaimana siswa terlibat dalam menerapkan konsep tersebut dalam mengatasi masalah konkret. Hal ini berdampak pada rendahnya hasil belajar IPA. Rendahnya hasil belajar IPA pada tingkat nasional misalnya terlihat dari peringkat Indonesia dalam menjuarai ajang kompetisi internasional seperti pada kompetisi *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS).

Berdasarkan data terakhir (tahun 2011) dari hasil studi TIMSS Indonesia menduduki posisi 40 dari 42 negara untuk prestasi Sains (<http://litbang.kemdikbud.go.id/index.php/survei-internasional-timss>, diakses 10 November 2014). Pada penilaian yang dilakukan oleh *Programme for International Student Assessment* (PISA) yang dilakukan sekali dalam 3 tahun, data terakhir (tahun 2012), bahwa Indonesia menempati peringkat ke-64 dari 65 negara (<http://www.kopertis12.or.id/2013/12/05/skor-pisa-posisi-indonesia-nyaris-jadi-juru-kunci.html>, diakses 10 November 2014). Rendahnya peringkat Indonesia dalam kedua penilaian internasional ini dikarenakan dalam pembelajaran yang kita laksanakan selama ini adalah berorientasi pada ujian yang penilaiannya pada ranah kognitif level hafalan dan pemahaman. Di sisi lain kedua penilaian internasional yang dimaksud lebih menekankan penyelesaian soal pada level sintesis dan *problem solving*.

Pembelajaran IPA yang dilaksanakan selama ini didominasi oleh penggunaan metode ceramah. Guru lebih cenderung berorientasi pada materi yang tercantum pada kurikulum dan soal-soal ujian, tanpa menyentuh aspek keterkaitan antara sains teknologi, dan masyarakat. Berikut ini adalah beberapa isu yang berkembang tentang pendidikan sains di Indonesia yang perlu ditindaklanjuti yaitu: pendidikan sains umumnya masih bersifat tekstual atau cenderung hafalan, belum memperhatikan isu-isu sosial kemasyarakatan sehingga sering terlontar komentar bahwa pembelajaran sains di sekolah kurang menyentuh kehidupan sehari-hari anak didik, kurang memacu anak untuk mengembangkan teknologi, sehingga seakan-akan antara teknologi dan sains tidak saling berkaitan, banyak masyarakat yang menggunakan produk teknologi tetapi tidak tahu cara yang benar untuk memelihara dan dampak yang disebabkan oleh produk teknologi tersebut, penyajian materi pelajaran sains (IPA) di sekolah masih semata-mata berorientasi kepada materi yang tercantum pada kurikulum dan buku teks, bagi para siswa, belajar sains tampaknya hanya untuk keperluan menghadapi ulangan atau ujian, dan terlepas dari permasalahan-permasalahan dalam kehidupan sehari-hari.

Pembelajaran IPA seharusnya dilakukan dengan mengaitkan antara masalah-masalah sosial yang dialami siswa dalam kehidupan sehari-hari dengan konsep yang dipelajari di kelas. Selain itu belajar IPA perlu mengaitkan antara konsep yang dipelajari dengan teknologi baik yang sederhana maupun

modern, serta bagaimana teknologi itu diterapkan dalam kehidupan sosial di masyarakat.

Hakikat IPA adalah tidak hanya menekankan produk tetapi juga proses maka dalam kegiatan pembelajarannya tidak hanya menyampaikan pengetahuan yang berupa fakta, konsep atau prinsip tetapi juga tentang proses bagaimana suatu produk sains diperoleh. Oleh karena itu pemilihan pendekatan pembelajaran merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan pencapaian tujuan pembelajaran IPA.

Salah satu pendekatan pembelajaran sains yang menekankan kaitan antara sains teknologi dan masyarakat adalah pendekatan pembelajaran sains teknologi masyarakat atau disingkat STM. Pendekatan STM merupakan pendekatan pembelajaran yang berawal dari isu atau masalah aktual yang sedang terjadi di lingkungan sekitar kita akibat dari pengembangan atau penggunaan teknologi yang mempengaruhi kehidupan masyarakat. Pendekatan STM Asy'ari (2006:21) juga merupakan pendekatan pembelajaran yang mempersatukan sains, teknologi dan masyarakat. Pendekatan STM merupakan pendekatan pembelajaran yang berawal dari isu atau masalah aktual yang sedang terjadi di lingkungan sekitar kita akibat dari pengembangan atau penggunaan teknologi yang mempengaruhi kehidupan masyarakat. Oleh karena itu maka pendekatan STM merupakan pendekatan pembelajaran yang aplikatif dan berkaitan dengan kehidupan nyata sehingga siswa dapat aktif dan kreatif serta menyadari pentingnya mempelajari sains baik bagi kehidupan diri sendiri maupun bagi masyarakat luas. Melalui pendekatan STM, siswa diberi kesempatan agar mau dan mampu menerapkan prinsip sains untuk mengurangi atau mencegah kemungkinan dampak negatif yang mungkin timbul dari munculnya produk teknologi terhadap lingkungan dan masyarakat.

Dalam menerapkan pendekatan pembelajaran STM, siswa dituntut untuk berpikir dan bertindak lokal maupun global dalam memecahkan masalah-masalah dalam kehidupan sehari-hari dengan mengaitkan secara timbal balik unsur-unsur sains, lingkungan, teknologi dan masyarakat. Ciri-ciri pendekatan STM Yager dalam Hidayat (http://jurnal.upi.edu/file/8-Hidayat_Hamdu1.pdf, diakses 12 November 2014) antara lain adalah difokuskan pada isu-isu sosial dan teknologi di masyarakat dan lingkungan yang terkait dengan konsep atau prinsip sains yang akan dikaji. Sasaran yang ingin dicapai adalah meningkatkan minat dan prestasi siswa

terhadap sains serta membentuk pribadi siswa yang melek sains dan teknologi.

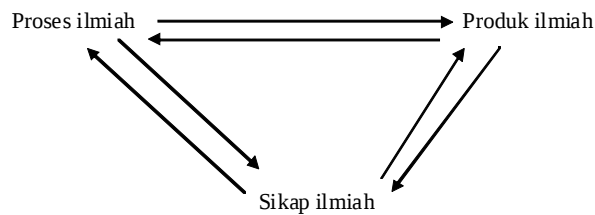
Agar siswa dapat menerapkan hasil belajarnya dalam kehidupan sehari-hari, maka konsep materi yang disiapkan guru hendaknya berwawasan Sains Teknologi Masyarakat. Diperlukan penyempurnaan pendekatan pembelajaran IPA yang sesuai dengan tujuan dan hakikat IPA itu sendiri. Hal yang dapat ditempuh adalah dengan mengefektifkan pembelajaran IPA dengan dukungan media dan teknologi yang dikaitkan dan disepadankan (*link and match*) dengan isu-isu sosial di lingkungan siswa yang bersangkutan.

Hal-hal penting yang dibahas dalam tulisan ini adalah tentang bagaimana hakekat IPA dan belajar IPA, bagaimana mengaitkan kegiatan pembelajaran di kelas dengan masalah-masalah sosial yang ada di masyarakat dan kaitannya dengan teknologi. Selain itu juga dijelaskan tentang bagaimana menerapkan pendekatan pembelajaran sains teknologi dan masyarakat dalam pembelajaran IPA.

HAKIKAT SAINS

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) atau sains berkaitan dengan cara mencari tahu tentang alam secara sistematis, sehingga IPA bukan hanya penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, atau prinsip-prinsip saja tetapi juga merupakan suatu proses penemuan. Pendidikan IPA diharapkan dapat menjadi wahana bagi peserta didik untuk mempelajari diri sendiri dan alam sekitar, serta prospek pengembangan lebih lanjut dalam menerapkannya di dalam kehidupan sehari-hari. Proses pembelajarannya menekankan pada pemberian pengalaman langsung untuk mengembangkan kompetensi agar menjelajahi dan memahami alam sekitar secara ilmiah. Pendidikan IPA diarahkan untuk inkuiri dan berbuat sehingga dapat membantu peserta didik untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang alam sekitar.

Hakikat sains adalah kesatuan yang saling berkaitan antara proses ilmiah, sikap ilmiah dan produk ilmiah. Proses sains berkaitan dengan cara yang digunakan untuk mendapatkan produk ilmiah yaitu metode ilmiah, sikap ilmiah adalah sikap yang kita gunakan dalam menemukan produk ilmiah seperti sikap kritis, jujur, teliti, tanggung jawab, dll sedangkan produk ilmiah fakta, konsep, prinsip, hukum dan teori sains (Bundu, 2006:12). Hubungan ketiga komponen ini dapat digambarkan seperti berikut:



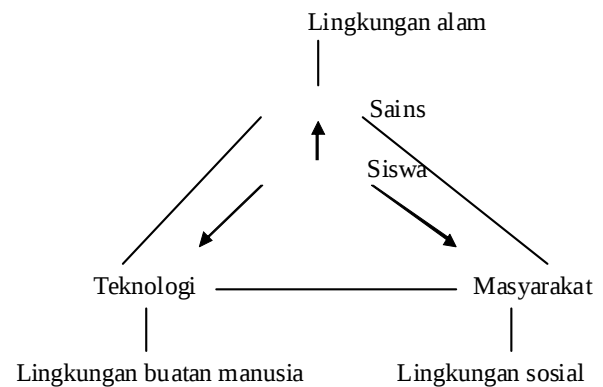
KARAKTERISTIK PENDEKATAN SAINS TEKNOLOGI MASYARAKAT

Abad XXI baru berjalan satu dekade, namun dalam dunia pendidikan sudah dirasakan adanya pergeseran, dan bahkan perubahan yang bersifat mendasar pada tataran filsafat, arah serta tujuannya. Tidaklah berlebihan bila dikatakan kemajuan ilmu tersebut dipicu oleh lahirnya sains dan teknologi komputer. Kemajuan sains dan teknologi terutama dalam bidang *cognitive science*, *bio-molecular*, *information technology* dan *nano-science* kemudian menjadi kelompok ilmu pengetahuan yang mencirikan abad XXI (BSNP, 2010:26).

Pendekatan STM merupakan inovasi pembelajaran IPA yang berorientasi bahwa IPA sebagai bidang ilmu tidak terpisahkan dari realitas kehidupan masyarakat sehari-hari yang dalam hidupnya memanfaatkan teknologi dan melibatkan siswa secara aktif dalam mempelajari konsep-konsep IPA yang terkait. Definisi sains teknologi masyarakat atau *science technology society* (STS) menurut *National Science Teachers Associations* (NSTA) adalah pembelajaran sains dan teknologi dalam konteks pengalaman manusia (Yager, 2010:125). Oleh karena itu paradigma yang digunakan dalam pendekatan STM adalah: pelajaran sains dipandang sebagai usaha manusia yang berkembang melalui aktivitas manusia dan akan mempengaruhi hidup manusia, memandang pendidikan sains dalam konteks yang lebih luas, tidak hanya menyangkut konsep-konsep yang ditemukan oleh para ilmuwan saja tetapi juga menyangkut proses yang digunakan dalam menemukan konsep yang baru, setiap pokok bahasan dikaitkan dengan konteks social dan teknologi sehingga siswa diharapkan dapat melihat adanya integrasi antara alam semesta sebagai sains dengan lingkungan buatan manusia sebagai teknologi dan dunia sehari-hari para siswa sebagai lingkungan sosial atau masyarakat.

Hubungan tersebut dapat diilustrasikan seperti gambar berikut:

Diagram di atas dapat dimaknai bahwa alam yang merupakan lingkungan di mana manusia berada merupakan sumber berbagai macam pengetahuan



Keterangan:

- Anak panah menunjukkan pemahaman yang dibentuk siswa
- Garis hubung menunjukkan keterpaduan bahan ajar STM

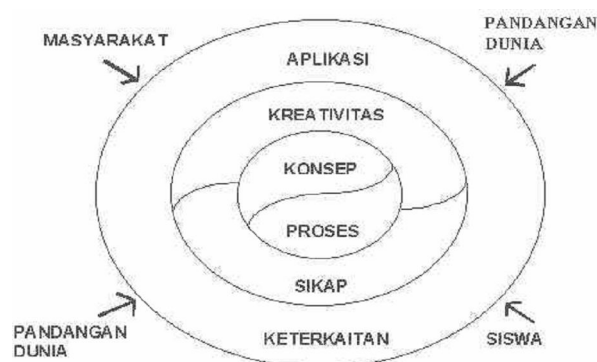
(IPA). Di samping itu dalam melangsungkan kehidupannya manusia akan memanfaatkan sumber daya alam. Untuk dapat memanfaatkan sumber alam tersebut manusia perlu menciptakan teknologi. Teknologi pada dasarnya diciptakan untuk membantu atau memudahkan manusia dalam pencapaian tujuan hidupnya. Teknologi dibangun dengan dasar penerapan prinsip-prinsip sains, sehingga teknologi dapat dimaknai sebagai lingkungan buatan manusia. Agar kelangsungan hidup manusia dapat terjaga dengan baik maka dalam menciptakan dan menggunakan teknologi tersebut harus memperhatikan dampak atau pengaruhnya bagi masyarakat luas, agar jangan sampai teknologi yang diciptakan tersebut malah menimbulkan dampak sosial yang merugikan manusia itu sendiri.

Dengan pemaknaan seperti tersebut di atas maka dapat dikatakan bahwa penerapan pendekatan STM merupakan usaha untuk memadukan antara sains teknologi dan masyarakat. Oleh karena itu pendekatan STM dapat digunakan untuk membangun kesadaran siswa bahwa antara sains, teknologi dan masyarakat sosial memiliki peranan yang sama dalam kehidupan bermasyarakat.

Dengan titik tolak seperti tersebut maka untuk pembelajaran sains lewat pendekatan STM harus berorientasi pada siswa (*student centered*). Secara rinci Yager (2010:172) merumuskan karakteristik pendekatan STM adalah: berawal dari identifikasi masalah-masalah lokal yang ada kaitannya dengan sains dan teknologi oleh siswa dengan bimbingan guru, penggunaan sumber daya setempat baik sumber daya manusia maupun sumber daya material, keikutsertaan siswa secara aktif dalam mencari informasi yang dapat diterapkan untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari, pengidentifikasian cara-cara yang memungkinkan sains dan

teknologi untuk memecahkan masalah di hari depan, belajar tidak hanya berlangsung di dalam kelas atau sekolah, tetapi juga di luar sekolah atau di lapangan nyata, penekanan pada keterampilan proses yang dapat digunakan siswa dalam memecahkan masalah mereka sendiri, membuka wawasan siswa tentang pentingnya kesadaran karir atau profesi terutama yang berkaitan dengan sains dan teknologi, adanya kesempatan bagi siswa untuk memperoleh pengalaman dalam berperan sebagai warga negara untuk mencoba memecahkan masalah-masalah yang telah mereka identifikasi.

Mengingat karakteristik seperti tersebut di atas maka proses pembelajaran dengan pendekatan STM difokuskan pada enam domain yaitu domain konsep, proses, kreativitas, sikap, aplikasi, dan keterkaitan. Keenam domain tersebut selanjutnya dinyatakan dalam Gambar di bawah ini.



Domain konsep, konsep adalah ide-ide, penggambaran hal-hal atau benda-benda ataupun gejala sosial, yang dinyatakan dalam istilah atau kata. Domain konsep meliputi fakta-fakta, konsep-konsep, hukum (prinsip-prinsip), serta teori dan hipotesis yang digunakan oleh para saintis. Domain ini dapat juga disebut ranah pengetahuan ilmiah/sains atau aspek *minds-on/brains-on* dalam belajar sains.

Domain proses meliputi aspek-aspek yang berhubungan dengan bagaimana para saintis berpikir dan bekerja, misalnya melakukan observasi dan eksplanasi; pengklasifikasian dan pengorganisasian data; pengukuran dan pembuatan grafik; pemahaman dan berkomunikasi; penyimpulan dan prediksi; perumusan dan pengujian hipotesis; identifikasi dan pengontrolan variabel; penginterpretasian data/informasi; pembuatan instrumen dan alat-alat sederhana; serta pemodelan. Domain ini dapat dibedakan antara keterampilan proses dasar (observasi, pengukuran, klasifikasi, prediksi, komunikasi, dan inferensi) dan keterampilan proses terintegrasi (perumusan/pengujian hipotesis, interpretasi data/

informasi, dan pemodelan), atau aspek *hands-on* belajar sains (Poedjiadi, 2005:26).

Domain kreativitas meliputi: visualisasi-produksi gambaran mental; pengkombinasian objek dan ide atau gagasan dalam cara baru; memberikan eksplanasi terhadap objek dan peristiwa-peristiwa yang dijumpai; mengajukan pertanyaan; menghasilkan alternatif atau menggunakan objek/ide yang luar biasa; menyelesaikan masalah dan hal-hal yang membingungkan atau menjadi teka-teki; merancang alat; menghasilkan ide-ide yang luar biasa; serta menguji alat baru untuk eksplanasi yang dibuat.

Domain sikap meliputi: pengembangan sikap positif terhadap guru-guru dan pelajaran sains di sekolah, kepercayaan diri, motivasi, kepekaan, daya tanggap, rasa kasih sayang sesama manusia, ekspresi perasaan pribadi, membuat keputusan tentang nilai-nilai pribadi, serta membuat keputusan-keputusan tentang isu-isu lingkungan dan sosial. Sejalan dengan pernyataan Anderson & Krathwohl (2007: 123–124) bahwa sikap adalah perilaku yang diadaptasi dan diterapkan pada situasi khusus, dapat berupa minat/perhatian, apresiasi, suka, tidak suka, opini, nilai-nilai, dan ide-ide dari seseorang.

Dalam literatur sains dibedakan antara sikap terhadap sains dan sikap ilmiah. Sikap terhadap sains dihubungkan dengan reaksi emosional terhadap perhatian atau minat peserta didik, kebingungan dan kesenangan pada sains, perasaan, dan nilai-nilai dalam kelas. Sedangkan sikap ilmiah mencakup karakter sifat ilmiah yang lainnya, seperti kejujuran, keterbukaan, dan keingintahuan.

Domain aplikasi dan keterkaitan meliputi: melihat/menunjukkan contoh konsep-konsep ilmiah dalam kehidupan sehari-hari; menerapkan konsep-konsep sains dan keterampilan pada masalah-masalah teknologi sehari-hari; memahami prinsip-prinsip ilmiah dan teknologi pada alat-alat teknologi yang ada dalam rumah tangga; menggunakan proses ilmiah dalam menyelesaikan masalah-masalah yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari; memahami dan mengevaluasi laporan media massa tentang perkembangan ilmiah; membuat keputusan yang berhubungan dengan kesehatan pribadi, nutrisi, dan gaya hidup yang didasarkan pada pengetahuan ilmiah; dan mengintegrasikan sains dengan pelajaran lain.

PENERAPAN PENDEKATAN STM DALAM PEMBELAJARAN IPA

Gagasan inovasi pembelajaran sains berawal dari keprihatinan turunnya jumlah peserta didik yang

tertarik mendalami sains, di samping laporan penerunan melek sains di masyarakat. Yang dimaksud dengan melek sains adalah dimilikinya pengetahuan, pemahaman, dan keterampilan terkait sains, yang diperlukan untuk berpikir dan bertindak dalam hal-hal yang akan mempengaruhi hidupnya atau komunitas dan lingkungan sekitarnya. Pada sisi yang lain, berbagai negara tetap menganggap bahwa penguasaan sains dan teknologi amat menentukan daya saing negara tersebut. Semua ini membangkitkan pertanyaan bagaimana pengetahuan, pemahaman dan keterampilan sains itu diajarkan.

Pembelajaran sains diharapkan tidak hanya menghadirkan fakta-fakta, konsep, prinsip dan proses, tetapi juga membangun kemampuan menggunakan sains untuk memahami lingkungan kehidupannya. Pertanyaan pentingnya adalah bagaimana sains menjadi lebih bermakna bagi peserta didik, menjadi lebih dekat dengan hal-hal yang dirasa akrab baginya, dan akhirnya dapat menumbuhkan kepekaan peserta didik terhadap keterkaitan sains dengan manfaat dan permasalahan nyata dalam kehidupan.

Perubahan paradigma pendidikan yang berbasis kompetensi tidak lagi menuntut penguasaan materi yang banyak, tapi kompetensi dalam menggunakan materi yang diterimanya untuk memahami lingkungan sekitar, memecahkan masalah, melakukan hal-hal yang bermanfaat, dll. Paradigma baru yang lain yang memerlukan perhatian adalah pendidikan yang berpusat pada peserta didik, yang menuntut guru untuk menahan diri untuk tidak memelihara komunikasi satu arah guru-ke-peserta didik dalam pembelajaran kelas. Dalam hal ini, keaktifan peserta didik antara lain ditentukan oleh seberapa menarik materi ajar itu bagi mereka. Akhirnya, kemampuan yang perlu ditumbuhkan dalam diri peserta didik adalah kemampuan untuk belajar mandiri, sehingga ia dapat mengembangkan lebih lanjut materi yang telah diketahuinya dan keterampilan yang dimilikinya sesuai tuntutan yang berkembang.

Pendekatan sains-teknologi-masyarakat merupakan salah satu pendekatan untuk menyesuaikan diri terhadap perkembangan sains yang cepat dan menjawab perubahan paradigma di atas. Pendekatan STM pada awalnya dikembangkan untuk pembelajaran sains, khususnya sains alam, walaupun dapat dikaji penggunaannya pada pembelajaran bidang-bidang lain. Pendekatan STM perlu diterapkan dalam pembelajaran IPA karena beberapa alasan antara lain: *Pertama*, teknologi baik yang sederhana maupun yang modern merupakan bagian dari

kehidupan siswa pada zaman sekarang. *Kedua*, siswa merupakan bagian dari masyarakat yang memanfaatkan teknologi. *Ketiga*, ilmu pengetahuan tentang alam merupakan ilmu yang dimanfaatkan oleh siswa dalam kehidupannya sehari-hari baik pengetahuan yang sederhana maupun yang kompleks. *Keempat*, pengaruh arus globalisasi di bidang teknologi dan informasi yang berkembang begitu cepat menuntut siswa untuk menyesuaikan diri agar tetap *survive*.

Kerangka pembelajaran STM yang menempatkan tanggung jawab sosial sebagai tujuan utama dalam pembelajaran sains, akhirnya menuntut perubahan tidak hanya pada metode pembelajaran di kelas, tetapi juga perubahan mendasar pada kurikulum. Beberapa negara telah berusaha menempatkan pembelajaran berbasis STM dalam kurikulum sekolah menengah mereka, seperti Kanada dan Australia, tetapi beberapa laporan menyebutkan bahwa tidaklah mudah untuk akhirnya benar-benar diterapkan di kelas, karena diperlukan pengenalan yang intensif kepada guru-guru sekolah menengah.

Tujuan utama pendidikan dengan Pendekatan STM adalah mempersiapkan peserta didik menjadi warga negara dan warga masyarakat yang memiliki suatu kemampuan dan kedisiplinan untuk: menyelidiki, menganalisis, memahami dan menerapkan konsep-konsep atau prinsip-prinsip dan proses sains dan teknologi pada situasi nyata, melakukan perubahan, membuat keputusan-keputusan yang tepat dan mendasar tentang isu atau masalah-masalah yang sedang dihadapi yang memiliki komponen sains dan teknologi, merencanakan kegiatan-kegiatan baik secara individu maupun kelompok dalam rangka pengambilan tindakan dan pemecahan isu-isu atau masalah-masalah yang sedang dihadapi, bertanggung jawab terhadap pengambilan keputusan dan tindakannya, mempersiapkan peserta didik untuk menggunakan sains bagi pengembangan hidup dan mengikuti perkembangan dunia teknologi, mengajar para peserta didik untuk mengambil tanggung jawab dengan isu-isu lingkungan, teknologi, atau masyarakat, dan mengidentifikasi pengetahuan fundamental sehingga peserta didik secara tuntas memperoleh kepandaian dengan isu-isu STM.

Terdapat beberapa aspek yang perlu mendapat penekanan dan dipresentasikan secara proporsional dan terintegrasi dalam pembelajaran sains di sekolah dengan pendekatan STM, yaitu: kemampuan peserta didik mengajukan pertanyaan-pertanyaan tentang alam dan menemukan jawabannya; kemampuan peserta didik mengidentifikasi isu/masalah-masalah

yang sedang dihadapi masyarakat dan berupaya memecahkannya; penguasaan pengetahuan ilmiah (sains) dan keterampilan (teknologi) dan berupaya menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari; mempertimbangkan nilai-nilai dan konteks sosial budaya masyarakat; dan pengembangan sikap, nilai-nilai sosial budaya lokal, personal, dan global.

Dalam proses pembelajaran bervisi STM, terdapat sejumlah ciri atau karakteristik yang perlu dipahami di dalam penerapan pembelajaran, sesuai dengan fokus pembelajarannya pada saat itu. Ciri-ciri tersebut di antaranya adalah: isu-isu dan masalah-masalah dalam masyarakat dan kehidupan sehari-hari menjadi titik awal (basis) pertama dan utama untuk mempelajari dan menerapkan konsep-konsep/prinsip-prinsip dan proses sains dan teknologi dengan mempertimbangkan perhatian, minat, atau kepentingan peserta didik, mengikutsertakan peserta didik dalam pengembangan sikap dan keterampilan dalam pengambilan keputusan serta mendorong mereka untuk mempertimbangkan informasi tentang isu-isu sains, lingkungan, dan teknologi, peserta didik dibawa ke situasi untuk memanfaatkan konsep sains ke bentuk teknologi untuk kepentingan masyarakat, peserta didik diminta untuk berpikir tentang berbagai kemungkinan akibat yang terjadi dalam proses pentransferan sains tersebut ke bentuk teknologi, peserta didik diminta untuk menjelaskan keterhubungan antara unsur sains yang dibicarakan dengan unsur-unsur lain dalam STM yang mempengaruhi berbagai keterkaitan antar unsur tersebut, peserta didik dibawa untuk mempertimbangkan manfaat atau kerugian penggunaan konsep sains tersebut bila diubah dalam bentuk teknologi berkenaan, peserta didik dapat diajak berpikir, misalnya tentang pengaruh lingkungan atau masyarakat terhadap pengembangan sains maupun teknologi tertentu, yang masih berkaitan dengan konsep yang dibelajarkan, dalam konteks konstruktivisme, peserta didik dapat diajak berbincang tentang STM dari berbagai macam arah dan dari berbagai macam titik awal tergantung pengetahuan dasar yang dimiliki oleh peserta didik, mengintegrasikan belajar dan pembelajaran dari banyak ruang lingkup kurikulum; dan memperkembangkan literasi sains, teknologi dan sosial peserta didik (*improved students science, technology, and social literacy*).

Pembelajaran sains dengan pendekatan STM lebih menekankan pada isu atau masalah-masalah yang sedang dihadapi oleh masyarakat yang berhubungan dengan sains dan teknologi sebagai titik awal

mempelajari isi kurikulum, konsep-konsep atau prinsip-prinsip dan keterampilan proses dasar sains dan teknologi; dan atau menggunakan atau menerapkan konsep-konsep, prinsip-prinsip dan keterampilan proses dasar sains dan teknologi dalam merespons isu-isu atau masalah-masalah yang sedang dihadapi oleh masyarakat di lingkungannya. Di samping itu, pengembangan sikap, keterampilan pengambilan keputusan, kreativitas, nilai-nilai pribadi dan sosial, literasi sains dan teknologi, dan kemampuan peserta didik untuk memecahkan masalah-masalah yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari adalah juga merupakan elemen-elemen penting dalam pembelajaran sains dengan pendekatan STM.

Dengan pendekatan ini, peserta didik dikondisikan agar mau dan mampu mengetahui, memahami prinsip sains untuk menghasilkan karya teknologi sederhana disertai dengan pemikiran untuk mengurangi atau mencegah kemungkinan dampak negatif yang mungkin timbul dari munculnya suatu produk teknologi terhadap lingkungan dan masyarakat.

Model pembelajaran yang bervisi dan pendekatan STM, sebagai wahana untuk mewujudkan *Education Suistainable Development* (ESD), menurut Muslich Asy'ari (2006:45) perlu menitikberatkan pada: *pertama*, kajian secara transdisiplin dan holistik berbasis isu dan kasus domestik atau global tentang keterkaitan sains, teknologi, masyarakat, dan lingkungan dalam konteks pembangunan berkelanjutan. *Kedua*, penumbuhan nilai, sikap, dan perilaku yang berpihak pada pembangunan berkelanjutan. *Ketiga*, belajar aktif, kooperatif, dan praktikal (*hands-on*) sehingga pembelajaran menyenangkan dan mengembangkan multi-kecerdasan peserta didik secara keseluruhan, *Keempat*, kesesuaian kedalaman dan keluasan materi pelajaran dengan tingkat perkembangan kognitif, sosial dan fisik peserta didik. *Kelima*, penilaian performansi peserta didik secara menyeluruh alih-alih hanya dimensi kognitif saja.

Kelebihan pembelajaran yang bervisi pendekatan STM adalah: *Pertama*, memberi peluang pada peserta didik untuk memperoleh pengetahuan sekaligus kemampuan berpikir dan bertindak berdasarkan hasil analisis dan sintesis yang bersifat komprehensif dengan memperhitungkan aspek sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat sebagai satu kesatuan tak terpisah. *Kedua*, memberi wadah secara mencukupi kepada para pendidik dan peserta didik untuk menuangkan kemampuan berkreasi dan berinovasi di bidang minatnya dengan landasan STM secara kuat. *Ketiga*, memberi kesempatan pendidik dan peserta

didik untuk mengaktualisasikan diri dengan keistimewaan atau kelebihan STM.

Bentuk dan isi pendidikan termasuk kurikulum, penilaian hasil belajar dan model pembelajaran revisi dan berpendekatan STM diyakini dapat menyesuaikan dengan kebutuhan masyarakat dan komunitas yang terus dinamis serta kebutuhan peserta didik dalam lingkungan sosial dan budaya yang beragam sesuai dengan amanat Pasal (1) UU No.23 tahun 2002 tentang Perlindungan Anak yang menyebutkan "Setiap anak berhak memperoleh pendidikan dan pengajaran dalam rangka pengembangan pribadinya dan tingkat kecerdasannya sesuai dengan minat dan bakatnya".

Oleh karena pendekatan STM berorientasi pada peningkatan kemampuan berpikir siswa maka proses dalam memperoleh pengetahuan lebih diutamakan. Dengan pendekatan STM siswa diharapkan dapat membangun dan mengkonstruksi pengetahuannya sendiri. Oleh karena itu Yager (2010:195) mengatakan bahwa pendekatan STM sejalan dengan prinsip pembelajaran yang konstruktivistik.

Materi pembelajaran yang disusun untuk implementasi pendekatan STM disarankan untuk memenuhi kriteria berikut: *Pertama*, mempromosikan tujuan pendidikan. Tujuan pendidikan harus menjadi fokus utama bahan pembelajaran. Sehingga materi yang disusun harus diarahkan untuk meningkatkan partisipasi peserta didik dalam pembelajaran, mengakomodasi isu lokal maupun global, serta memperhatikan perkembangan intelektual peserta didik. Tujuan pendidikan secara umum tersebut harus dapat dicapai melalui pendidikan sains seperti penguasaan konsep sains, metode ilmiah, keterampilan pribadi dan keterampilan nilai sosial yang dikembangkan pada bahan pembelajaran.

Kedua, dimulai dengan topik atau isu di masyarakat. Material pembelajaran harus "relevan dengan kebutuhan peserta didik". Relevansi materi pembelajaran berarti keterkaitan/kedekatan dengan kehidupan sekitar peserta didik. Dengan demikian materi rujukan harus terkait dengan topik atau isu yang sedang berkembang di masyarakat baik lokal ataupun global. Jika peserta didik mengenal situasi yang diuraikan pada sumber pembelajaran, mereka akan memberikan apresiasi dan merasakan relevansinya. Bahan pembelajaran yang berjudul *Osmosis* merupakan topik yang 'tidak relevan'. Tetapi topik kontekstual seperti *penjernihan air*, *keterbatasan dan pemanfaatan sumber energi* merupakan pokok bahasan yang lebih relevan.

Ketiga, menjelaskan keterkaitan topik dengan konsep sains. Walaupun material pembelajaran harus disusun berdasarkan keterkaitannya dengan topik dan isu sosial, proses pembelajaran harus tetap mencakup standar kompetensi sebagaimana tuntutan kurikulum. Transisi dari paparan interelasi sains dan teknologi dengan konteks sosial dan lingkungan menjadi standar kompetensi dapat dilakukan melalui dekontekstualisasi. Peserta didik harus mendapatkan kesempatan yang luas untuk *mengakuisisi* konsep sains sambil tetap memiliki pemahaman yang baik tentang isu atau masalah yang berkembang di masyarakat. Berlandaskan pemahaman atas konsep sains yang dimilikinya peserta didik harus mampu membuat keputusan/penyelesaian atas masalah yang dihadapi. Keterampilan membuat keputusan berdasarkan pertimbangan *sosio saintific* ini merupakan hasil pembelajaran yang harus dicapai.

Keempat, menjadikan peserta didik sebagai pusat pembelajaran. Materi pembelajaran harus disusun agar melibatkan aktivitas yang berpusat pada peserta didik. Kegiatan peserta didik dalam pembelajaran, baik individu atau kelompok, sebaiknya > 60% dari total kegiatan. Tetapi konsep ini tidak berarti materi pembelajaran harus berupa kegiatan eksperimen, walaupun kegiatan ini tetap dipandang penting. Berbagai pendekatan dalam pembelajaran dapat diterapkan untuk menciptakan partisipasi peserta didik yang tinggi.

Kelima, mengembangkan keterampilan berpikir (tingkat tinggi). Keterampilan berpikir (tingkat tinggi) seperti *menganalisis* dan *mempertimbangkan* merupakan keterampilan yang harus dikembangkan melalui materi pembelajaran STM. Melakukan aktivitas merupakan latihan pembelajaran yang sangat baik untuk mengembangkan keterampilan berpikir ini, karena dengan cara ini peserta didik mendapat tantangan intelektual yang sesuai untuk mencapainya. Cara ini juga menerapkan prinsip konstruktivisme yaitu bergerak dari informasi dan pemahaman yang telah dimiliki oleh peserta didik ke situasi belajar yang baru.

Keenam, menyertakan keterampilan berkomunikasi. Berkomunikasi merupakan keterampilan yang sangat penting dan diperlukan untuk menyebarkan gagasan dan hasil penyelidikan ilmiah serta nilai-nilai moral dan sosial. Pengembangan keterampilan berkomunikasi merupakan bagian dari tujuan pendidikan. Dalam pendidikan sains para peserta didik diharapkan mampu berkomunikasi secara oral, matematis, tulisan kreatif, dan melalui grafik, diagram.

Secara operasional *National Science Teachers Association* menyusun langkah pembelajaran sains dengan pendekatan STM dalam tahap-tahap sebagai berikut:

Pertama, tahap invitasi; dimana pada tahap ini dapat dipilih salah satu dari alternatif yaitu: a) guru mengemukakan isu atau masalah aktual yang sedang berkembang di masyarakat sekitar yang dapat diamati/dipahami oleh peserta didik serta dapat merangsang siswa untuk bisa ikut mengamatinya. Misalnya masalah banjir. b) isu atau masalah digali dari pendapat siswa yang ada kaitannya dengan konsep yang akan dipelajari.

Kedua, tahap eksplorasi; pada tahap ini siswa melalui aksi dan reaksinya berusaha mempelajari situasi baru yang merupakan masalah baginya. Pada tahap ini siswa dapat mengadakan eksplorasi dengan cara mendengarkan berita dari TV atau radio, diskusi dengan teman kelompok atau dapat pula mengadakan observasi langsung di lapangan.

Ketiga, tahap solusi; pada tahap ini berdasarkan hasil eksplorasinya siswa menganalisis terjadinya fenomena dan mendiskusikan bagaimana cara pemecahan masalah. Dengan kata lain siswa mengenal dan membangun konsep baru yang sesuai dengan kondisi lingkungan setempat. Untuk mempertahankan konsep yang diperoleh siswa tersebut guru perlu memberikan umpan balik atau penguatan.

Keempat, tahap aplikasi; di mana pada tahap ini siswa mendapat kesempatan untuk menggunakan konsep yang telah diperolehnya. Dalam hal ini siswa mengadakan aksi nyata dalam mengatasi masalah lingkungan yang dimunculkan pada tahap invitasi. Misalnya jika pada tahap invitasi dipilih masalah banjir maka pada tahap aplikasi siswa mengadakan aksi nyata misalnya membersihkan saluran air atau got yang tersumbat sampah atau mengadakan reboisasi.

Sebelum mengadakan pembelajaran seperti di atas maka agar proses pembelajarannya berjalan dengan baik maka menurut Collete dan Chiapeta (2003:198) terlebih dahulu perlu untuk mengidentifikasi empat aspek sebagai berikut: *Pertama*, fungsi atau tujuan pembelajaran yaitu menyangkut apa yang ingin dicapai dengan pembelajaran sains melalui pendekatan STM tersebut. *Kedua*, *content* atau isi yaitu menyangkut materi apa yang akan dipelajari. *Ketiga*, struktur yaitu menyangkut bagaimana sains dan teknologi akan diintegrasikan. *Keempat*, *sequence* atau urutan yaitu menyangkut bagaimana operasionalisasi pembelajaran dengan pendekatan STM tersebut didesain.

Untuk dapat melakukan semua kegiatan di atas maka peran guru adalah sebagai fasilitator dan bertugas untuk menciptakan ekologi belajar yang dapat membuat kegiatan belajar tersebut berpusat pada siswa. Kondisi tersebut dapat ditempuh dengan cara: mendorong dan menghargai inisiatif, otoritas dan kepemimpinan siswa, memperbolehkan siswa memilih sendiri materi yang akan dipelajari sesuai dengan kebutuhannya, memacu siswa untuk berinteraksi baik dengan sesama siswa maupun dengan guru, mendorong siswa untuk merefleksikan pengalamannya, meminta siswa untuk merumuskan konsep-konsep yang mereka peroleh sebelum guru memberikan klarifikasi tentang konsep tersebut.

Contoh pembelajaran sains SD dengan pendekatan STM yang bertolak dari isu yang muncul di masyarakat Indonesia adalah sebagai berikut:

Tahap persiapan; menghubungkan isu STM dengan kurikulum; di Indonesia terutama di daerah perbukitan sering sekali terjadi peristiwa tanah longsor yang mengakibatkan banyak korban jiwa, dan kerugian materil. Fenomena ini dapat dikaitkan dengan materi pembelajaran sains lingkup Bumi dan Alam Semesta. Sebagaimana salah satu kompetensi dasar yang tertuang dalam kurikulum yaitu siswa mampu mendeskripsikan saling keterkaitan antara permukaan bumi, lingkungan, teknologi dan masyarakat.

Bila pengalaman belajar yang diharapkan meliputi: mendeskripsikan berbagai cara manusia menggunakan sumber daya alam, mengumpulkan informasi tentang cara-cara manusia memelihara dan melestarikan alam, mengaplikasikan salah satu cara melestarikan lingkungan.

Sebagai indikator pencapaian kompetensi tersebut adalah: membuat daftar jenis-jenis sumber daya alam dan kegunaannya, mengidentifikasi teknologi yang digunakan manusia dalam memanfaatkan sumber daya alam, mencari contoh perilaku yang menunjukkan kepedulian dan merusak lingkungan, menjelaskan mengapa perilaku yang disebutkan dalam poin tiga, bermanfaat atau merugikan, berpartisipasi aktif dalam kegiatan pelestarian lingkungan alam.

Tahap pelaksanaan; langkah-langkah kegiatan pembelajaran dengan pendekatan STM adalah sebagai berikut:

Pertama, tahap invitasi; guru menyampaikan isu lingkungan yang aktual dan terkait dengan materi pembelajaran, misalnya dengan cara memberikan ilustrasi tentang banyaknya tanah longsor akibat penerapan teknologi atau perilaku manusia yang

tidak terkontrol. Untuk menarik minat siswa maka guru dapat menyampaikannya dengan membacakan berita dari surat kabar terkini dan menunjukkan gambar-gambar kerugian yang disebabkan oleh tanah longsor.

Tujuan yang ingin dicapai dengan mengangkat masalah tanah longsor dalam pembelajaran tersebut adalah agar siswa: mengetahui manfaat tanah sebagai sumber daya alam, memahami keterkaitan antara perilaku masyarakat, teknologi yang digunakan dan tanah di mana mereka berkarya, menyadari betapa pentingnya memelihara dan melestarikan tanah, mampu melaksanakan kegiatan guna mencegah terjadinya kerusakan tanah.

Kedua, tahap eksplorasi; secara berkelompok siswa ditugasi untuk mengkaji tentang: pemanfaatan tanah bagi kehidupan manusia, bagaimana sistem pengolahan tanah yang dilakukan masyarakat Indonesia pada umumnya atau masyarakat setempat pada khususnya, teknologi apa saja yang dipakai manusia dalam mendayagunakan tanah, kebiasaan-kebiasaan apa saja yang dilakukan masyarakat yang dapat menurunkan kualitas tanah, bagaimana usaha yang telah ditempuh sampai saat ini guna memelihara dan melestarikan tanah.

Pengkajian atau pengumpulan informasi tersebut di atas dapat ditempuh dengan berbagai macam cara diantaranya adalah mengumpulkan dan menganalisa artikel dari majalah, mencari sumber di perpustakaan, mencermati berita dari TV atau radio, Melakukan wawancara dengan orang-orang yang berkompeten atau warga yang ada di tempat kejadian.

Ketiga, tahap solusi; dari hasil pengkajian masalah yang telah dilakukan sebelumnya siswa kemudian menganalisis dan mencari solusi untuk memecahkan masalah tersebut. Pada tahap ini guru perlu memberikan umpan balik dan penegasan misalnya dengan membantu siswa membangun kerangka dasar berpikir untuk menghubungkan topik tentang tanah longsor sebagai objek sains, teknologi yang berperan, dan dampaknya terhadap masyarakat luas.

Keempat, tahap aplikasi; dari cara atau teknik pencegahan tanah longsor yang diinventarisir, siswa diminta untuk menentukan pilihan cara apa yang perlu diaplikasikan di masyarakat, misalnya mengadakan penghijauan. Dalam pelaksanaannya guru perlu mengarahkan misalnya jenis tanaman apa yang akan digunakan dan bagaimana cara penanaman.

KESIMPULAN

Membelajarkan sains kepada siswa tidak hanya menekankan produk tetapi juga sikap dan proses sains. Hasil belajar yang diharapkan dalam pembelajarannya adalah siswa menyadari keterkaitan yang erat antara apa yang dipelajari di sekolah dengan apa yang dialami dalam kehidupan sehari-hari serta dapat memecahkan masalah yang mereka temukan dengan menggunakan konsep yang mereka dapatkan di sekolah. Masalah yang ditemukan di masyarakat sangat kompleks diharapkan agar siswa dapat menyadari masalah tersebut sebagai masalah mereka juga yang memerlukan penyelesaian. Oleh karena itu pemilihan materi belajar dan pendekatan yang sesuai sangat mendukung harapan tersebut.

Salah satu pendekatan pembelajaran sains yang dapat digunakan adalah pendekatan STM yang menekankan keterkaitan atau keterpaduan antara alam sebagai sumber pengetahuan (sains), teknologi yang menerapkan prinsip sains dan masyarakat sebagai bagian dari alam yang merasakan manfaat dan dampak teknologi. Pendekatan STM merupakan pendekatan pembelajaran yang berawal dari isu atau masalah aktual yang sedang terjadi di lingkungan sekitar kita akibat dari pengembangan atau penggunaan teknologi yang meresahkan kehidupan masyarakat. Dalam proses pembelajarannya siswa diajak mencari solusi untuk mengatasi masalah tersebut dengan menggunakan dasar atau menerapkan konsep atau prinsip sains.

DAFTAR RUJUKAN

- Anderson, L.W., & Krathwohl, D.R. 2007. *A Taxonomy For Learning, Teaching, And Assessing, A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*, New York: David McKay Company, Inc.
- Asy'ari, M. 2006. *Penerapan Pendekatan Sains Teknologi Masyarakat dalam Pembelajaran Sains SD*. Jakarta: Depdiknas Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi.
- Bundu, P. 2006. *Penilaian Keterampilan Proses dan Sikap Ilmiah dalam Pembelajaran Sains SD*. Jakarta: Depdiknas.
- Yager, R.E. 2010. *Science Technology Society, as Reform in Science Education*. New York: State University of New York Press.
- Badan Standar Nasional Pendidikan. 2010. *Paradigma Pendidikan Nasional Abad XXI*. Jakarta: BSNP.
- Collete, Alfred. T. & Chiapetta Eugene L. 2003. *Science Instruction in The Middle and Secondary Schools*. Third Edition. New York: Macmillan Publishing Company.

- Depdiknas. 2007. *Panduan Penilaian Kelompok Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Poedjiadi, A. 2005. *Sains Teknologi Masyarakat*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia Press.
- <http://litbang.kemdikbud.go.id/index.php/survei-internasional-timss>, diakses 10 November 2014.
- <http://www.kopertis12.or.id/2013/12/05/skor-pisa-posisi-indonesia-nyaris-jadi-juru-kunci.html>, diakses 10 November 2014.
- http://jurnal.upi.edu/file/8-Hidayat_Hamdu1.pdf, diakses 12 November 2014.