**STEM DAN DINAMIKA KURIKULUM IPA SMP**

****

**Oleh**

**Dr. Insih Wilujeng, M.Pd**

**FMIPA UNY**

***Materi STEM dan Dinamika Kurikulum IPA disajikan dalam rangka kuliah umum di Prodi S1 Pendidikan IPA UST Tamansiswa Yogyakarta, pada hari Rabu 30 Mei 2018***

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA**

**STKIP UNIVERSITAS SAJANAWIWATA TAMANSISWA**

**2018**

**Pendahuluan**

**NGSS** adalah suatu kerangka dalam pendidikan IPA yang berisi seperangkat pengetahuan (konten) dan keterampilan sains yang diharapkan mampu dikuasai peserta didik secara terintegrasi. **NGSS** dikembangkan secara kolaborasi oleh 26 negara bagian Amerika yang diwadahi oleh *National Research Council* (NRC) pada *National Academy of Science* dengan mengembangkan framework K-12 pada Juli 2011(National Research Council, 2011). Kerangka pendidikan IPA dikembangkan didasari dari rendahnya minat siswa pada bidang IPA dan *engineering* di Amerika. Indonesia pada tahun 2013 juga melakukan perbaikan pada kurikulum pembelajaran IPA yang secara menyeluruh termasuk mata pelajaran lainnya

Pengembangan Kurikulum 2013 di Indonesia merupakan langkah lanjutan Pengembangan Kurikulum Berbasis Kompetensi yang telah dirintis pada tahun 2004 dan KTSP 2006 yang mencakup kompetensi sikap, pengetahuan, dan keterampilan secara terpadu. Pengembangan kurikulum pembelajaran IPA di Indonesia berubah juga memiliki dasar pemikiran. Pertama adalah tuntutan pendidikan yang mengacu kepada 8 Standar Nasional Pendidikan yang meliputi standar pengelolaan, standar biaya, standar sarana prasarana, standar pendidik dan tenaga kependidikan, standar isi, standar proses, standar penilaian, dan standar kompetensi lulusan, meskipun fokus pengembangan mencakup 4 standar, yaitu standar isi, proses, penilaian dan kompetensi lulusan. Kedua, adanya tantangan internal terkait dengan faktor perkembangan penduduk Indonesia dilihat dari pertumbuhan penduduk usia produktif yang akan melimpah. Sumber daya manusia (SDM) produktif yang melimpah ini apabila tidak memiliki kompetensi, maka akan menjadi beban pembangunan. Perubahan SDM dari beban pembangunan menjadi modal pembangunan dilakukan melalui transformasi pendidikan, salah satunya melalui pengembangan kurikulum (Kemendikbud, 2013).

Alasan lain pengembangan kurikulum di Indonesia adalah adanya tantangan masa depan, meliputi: globalisasi: *WTO, ASEAN Community, APEC, CAFTA*; masalah lingkungan hidup; kemajuan teknologi informasi; konvergensi ilmu dan teknologi; ekonomi berbasis pengetahuan; kebangkitan industri kreatif dan budaya; pergeseran kekuatan ekonomi dunia; pengaruh dan imbas teknosains; mutu, investasi dan transformasi pada sektor pendidikan; serta materi literasi sains (Kemdikbud, 2013). Apabila mengacu pada dua alasan pertama, maka kita cukup menganggap, bahwa pengembangan kurikulum diharapkan mampu membekali kompetensi minimal SDM, namun apabila mengacu alasan lain, maka harus melihat pengembangan kurikulum untuk mampu menjawab tantangan global. Kajian ini akan menganalisis sejauhmana kesetaraan tuntutan pembentukan domain IPA pada diri siswa ditinjau dari NGSS; kekurangan dan kelebihan standar proses pembelajaran IPA di Indonesia ditinjau dari kerakan NGSS. Salah satu pendekatan yang direkomendasikan oleg framewoek NGSS adalah STEM (Science-Technology-Engineering-Mathematics).

**NGSS (*Next Generasion Science Standard*)**

NGSS mencerminkan hubungan interkoneksi antara hakikat sains praktik dan pengalaman belajar pada dunia nyata. NGSS merupakan “*performance expectation*”, bukan

kurikulum. NGSS digunakan sebagai pedoman dalam mengarahkan kurikulum dan pembelajaran pada level lokal. Konsep sains dibangun secara koheren antar tingkatan level pembelajaran. NGSS berfokus pada pemahaman yang mendalam mengenai konten dan juga penerapan pengetahuan konten tersebut dalam dunia nyata. Sains dan *engineering* diintegrasikan pada NGSS sesuai K-12 yang menekankan aspek STEM (*Science-Technology-Engeenering-Mathematics*). NGSS sejalan dengan CCSS (*Common Core State Standard*) untuk memastikan peserta didik memiliki keterampilan pokok berupa pemahaman, mengkomunikasikannya, dan menggunakan kemampuan matematis untuk mendukung penyelidikan ilmiah dan inkuiri. NGSS dirancang untuk menyiapkan peserta didik siap memasuki jenjang selanjutnya, karir, dan kehidupan bersosial (National Research Council, 2011).

 NGSS bertujuan untuk menghasilkan *outcomes* yang memiliki pengetahuan memadahi mengenai *practice, crosscutting concept, and core idea* pada bidang sains dan *engineering* serta memiliki keterampilan dan pola pikir seperti ilmuan dan *engineer* untuk menggunakannya pada penyelesaian permasalahan yang berkaitan issu global. NGSS digunakan sebagai pedoman untuk mewujudkan pembelajaran yang bermakna bagi peserta didik dalam bidang *science* dan *engineering* dengan mengintegrasikan 3 dimensi NGSS ke dalam standar, kurikulum, pembelajaran, dan penilaian. Visi utama NGSS dalam *framework* adalah mewujudkan proses pembelajaran siswa secara aktif disatukan dengan *science and engineering practice*, dan mengaplikasikan *crosscutting concept* untuk mendapatkan pemahaman mendalam pada tiap ranah disiplin ilmu (*disciplinary core idea*) (Bybee, R. W. (2013).

Gambar 1 menjelaskan struktur framework 3 dimensi NGSS, dimana dimensi 1: *practice and engineering* memiliki makna sebagai berikut. Practice: *science and engineering* merupakan keterampilan (*skill*) yang dipadukan dengan pengetahuan (*knowledge*) secara simultan dalam melakukan suatu penyelidikan ilmiah serta merancang dan membangun suatu system. Aspek-aspek dalam dimensi *practice* adalah: 1) *asking questions and Defining Problems*; 2) *developing and using models*; 3) *planning and carriying Out Investigations*; 4) *analyzing and interpreting* *data*; 5) *using Mathematics and Computational Thinking*; 6) *constructing Explanation and Designing Solution*; 7) *engaging in Argument from Evidence*; dan 8) *obtaining, Evaluating, and Communicating information*



Gambar 1. Struktur framework 3 dimensi NGSS (Moyer, H Richard. (2017)

Pengintegrasian *practice* dalam kegiatan penyelidikan dan perancangan dijelaskan pada Gambar2.



Gambar 2. Bentuk pengintegrasian practice dalam kegiatan penyelidikan

 dan perancangan (National Research Council, 2011).

Terdapat hubungan saling terkait antara penyelidikan, evaluasi, dan pengembangan penjelasan dan solusi. Penyelidikan dicirikan adanya kegiatan pengumpulan data guna menguji solusi yang berkaitan dengan permasalahan kehidupan nyata; evaluasi disirikan adalanya keterampulan berargumentasi, berpikir kritis dan kemampuan analisis, sedangkan pengembangan penjelasan dan solusi dicirikan dengan merumuskan hipotesis dan mengusulkan pemecahan yang didasari teori dan model.

 Dimensi 2 dari framework NGSS adalah *crosscutting concept* yang merupakan suatu konsep yang menjembatani batasan antar disipliner ilmu, memperjelas keterkaitan berbagai domain IPA meliputi *physic science*, *life science*, *earth science and space, science and engineering design*. Aspek-aspek dimensi *crosscutting concept*, meliputi: 1) *Pattern; 2) Cause and Effect: Mechanism and explanation; 3) Scale, Proportion, and quantity; 4) System and system models; 5) Energy and Matter : Flows, Cycle, and conservation; 6) Structure and Function; 7) Stability and Change* (NGSS Lead States, 2013).

 Dimensi 3 dari framework NGSS adalah *disciplinary core ideas* yang memiliki kekuatan untuk pengajaran dan penilaian. *Core ideas* harus memenuhi kriteria antara lain: 1) memiliki kepentingan luas dalam beberapa disiplin ilmu sains dan engineering; 2) menyediakan *key tool* untuk memahami atau menyelidiki ide yang kompleks atau dalam pemecahan masalah; 3) berkaitan dengan minat dan pengalaman siswa atau berhubungan dengan masalah sosial atau personal yang membutuhkan pengetahuan saintifik dan teknologi; 4) mampu diajarkan dan dipelajari dalam beberapa tingkat dan memiliki peningkatan level kedalaman (Bybee, R. W., 2013)

**STEM (*Science-Technology-Engineering-Mathematics*)**

Stem eduication memiliki ciri-ciri antara lain:

1. Mengintegrasikan Sains, teknologi, rancang bangun dan matematika dalam satu pengalaman belajar
2. Menggunakan ***project-based*** *learning*
3. Menguatkan Sains dalam aplikasi kehidupan nyata
4. Menyiapkan siswa pada integrasi karir
5. Mengembangkan *soft* dan *technical skills*

Keterampilan-keterampilan STEM mencakup:

1. ***Analytical skills*:** meneliti suatu topik, mengembangkan rencana proyek, dan menggambarkan kesimpulan hasil penelitian.
2. ***Science skills*** untuk merinci sistem ilmiah yang rumit menjadi bagian-bagian yang spesifik, menganalisis hubungan sebab akibat, dan mendasarkan pendapat pada fakta.
3. ***Mathematic skills*** untuk menhitung dan mengukur
4. ***Attention to detail*** dengan mengikuti prosedur teknis, mencatat data, mencatat data secara akurat
5. ***Technical skills***, memperbaiki kerusakan, mengenal software dan peralatan modern lainnya.

 ***Communication and cooperation skills*** untuk mendengar kebutuhan pengguna dan berinteraksi dengan teman kelompok (TIM).

1. ***Teamwork skills*** untuk berhasil menyelesaikan tugas proyek.
2. ***Creativity***untuk memecahkan masalah dan menggunakan ide baru
3. ***Leadership skills*** memimpin proyek.
4. ***Organization skills*** untuk mengatasi perbedaan informasi
5. ***Time management skills*** untuk fungsi efesiensi

Komponen-komponen STEM terdiri dari:

1. ***Science (Sains)*** mempelajari alam, mencakup hukum alam yang berkaitan dengan fisika, kimia dan biologi. Kumpulan pengetahuan melalui proses inkuiri ilmiah untuk menghasilkan pengetahuan baru
2. ***Technology*** adalah modifikasi dari alam untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia. inovasi manusia yang diturunkan dari pengetahuan dan proses untuk mengembangkan sistem guna pemecahan masalah
3. ***Engineering***, adalah Aplikasi Matematika dan Sains untuk mengkreasi teknologi
4. ***Mathematic***, adalah bahasa bilangan: operasi, pola, hubungan**.** Matematika digunakan dalam Sains, engineering,dan teknologi

*STEM Education* adalah pendekatan pembelajaran dimana Sains, teknologi dan engineering dan matematika diintegrasikan. STEM education promotes *Hands-On*, problem solving & 21th century skills (*Critical Thinking, Collaboration , Communication dan Creativity*).

Beberapa pendekatan dalam STEM education meliputi:

1. *Student STEM Competitions*

2. Model *Project-Based Learning*

3. Mengutamakan proses rancang bangun

4. A STEM Education Classroom

Student STEM compettions adalah kompetisi siswa yang membantu bagaimana siswa membuat kekerkaitan, contohnya kompetisi Robot. STEM Education memfasilitasi pemecahan masalah melalui Project-Based Learning (PjBL). 5 kunci yang membuat Project-Based Learning (PBL) berjalan:

1. Nyata dalam proyek
2. Menghubungkan kehidupan PBL untuk mengajarkan konsem inti
3. Membuat kolaborasi, siswa bekerjasama dalam melaksanakan tugas serta bertanggungjawab

Guru melakukan pembelajaran dengan STEM bercirikan pengintegrasian konsep dengan konsep lain tidak terpisah.

**Kesetaraan Setiap Dimensi NGSS dalam Kurikulum IPA 2013**

Tujuan dari dimensi 1 kerangka NGSS adalah “peserta didik mampu menggunakan keterampilan (*practice)* dalam proses pembelajaran sehingga tidak semata-mata mendapatkan pengetahuan tanpa melalui proses yang berarti”. Kurikulum IPA tahun 2013 tujuan atau kompetensi dimensi 1 diwakili dalam Kompetensi 4 aspek keterampilan, yang mencakup: mencoba, mengolah, dan menyajikan dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, menggambar dan mengarang) (Permendiknas No. 65 Tahun 2013).

Hasil analisis Dimensi 1 dalam kerangka NGSS dengan aspek keterampilan kurikulum/pembelajaran IPA tahun 2013 disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis dimensi 1 NGSS versus kompetensi dalam Kurikulum IPA 2013

| **Dimensi 1** | **Kompetensi Dasar 4 K-13** | **Aktivitas Siswa** |
| --- | --- | --- |
| *Practice Science and Engineering* | Mencoba | Melakukan percobaan IPA |
| Mengolah | Menyajikan hasil percobaan, hasil penyelidikan, hasil pengamatan, dan hasil karya |
| Menggunakan | Menggunakan berbagai instrumen ukur dalam proses pengukuran (jangka sorong, multimeter, mikrometer sekrup, dan mikroskop, respirometer, dll) |
| Mengurai | Mengkomunikasikan upaya pengurangan dampak bencana alam |
| Merangkai | Merangkai suatu rangkaian listrik, merangkai berbagai komponen sistem dalam tubuh makhluk hidup (pencernakan, pernapasan, peredran darah, dst) |
| Memodifikasi dan membuat | Membuat produk bioteknologi konvensional, membuat karya sederhana yang menerapkan prinsip elektromagnetik; membuat karya tentang sistem dalam tubuh makhuk hidup dan penerapannya dalam menjada kesehatan; membuat tulisan tentang gagasan adaptasi/penanggulangan masalah perubahan iklim; membuat tulisan tentang gagasan pencegahan penyelesaian masalah pencemaran lingkungan. |

Hasil analisis keterkaitan setiap aspek dari dimensi 1 NGSS dengan standar dalam kurikulum IPA tahun 2013 di9sajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis keterkaitan setiap aspek dimensi *Practice*

| **No** | ***Dimensi Practice*** | **Kurikulum IPA 2013** |
| --- | --- | --- |
| 1 | ***Asking questions and Defining Problems*** | * Keterampilan menanya dan merumuskan permasalahan
* ***Science***Keterampilan dasar yang harus dimiliki *scientis* adalah menyusun pertanyaan yang logis mengenai fenomena atau dibangun dari pengetahuan yang dimiliki
* ***Engineering*** Keterampilan menanya tadi dibutuhkan *engineer* dalam merumuskan masalah kemudian berusaha memecahkan masalah tersebut
 |
| 2 | ***Developing and using models*** | * Keterampilan mengembangkan dan menggunakan permodelan
* ***Science*** memerlukan model dan simulasi untuk membantu mengembangkan penjelasan mengenai fenomena alam
* ***Engineering*** merancang suatu permodelan untuk menganalisis keberadaan suatu sistem, mengujinya, dan mencari solusi permasalahan yang tepat
 |
| 3 | ***Planning and carriying Out Investigations*** | * Keterampilan merancang dan melakukan penyelidikan
* ***Science*** : keterampilan penyelidikan ilmiah dibutuhkan untuk membangun suatu teori meliputi mengontrol variable, melakukan observasi, mengumpulkan data, dll
* ***Engineering*** : Proses investigasi digunakan untuk mendapatkan data esensial untuk menspesifikan kriteria desain atau parameter untuk menguji rancangannya.
 |
| 4 | ***Analyzing and interpreting data*** | * Keterampilan menganalisis dan menginterpretasi data
* ***Science***: menganalisis data dilakukan untuk menarik suatu penjelasan suatu hal
* ***Engineering***: menganalisis data yang telah dikumpulkan saat menguji desain dan penyelidikan, memungkinkan mereka untuk membandingkan berbagai solusi dan menentukan desain solusi terbaik
 |
| 5 | ***Using Mathematics and Computational Thinking*** | * Keterampilan menggunakan matematika dan berpikir komputasi
* ***Science*** : keduanya merupakan hal esensial untuk menggambarkan dan mengaitkan hubungan antar variabel
* ***Engineering*** : keduanya menggambarkan hubungan dan prinsip merupakan bagian penting dalam perencanaan
 |
| 6 | ***Constructing Explanation and Designing Solution*** | * Keterampilan membangun penjelasan dan merancang penyelesaian masalah
* ***Science*** : mengaitkan hubungan antar variabel, menggunakan pengetahuan berupa fakta, konsep, prinsip untuk memberikan suatu penjelasan ilmiah
* ***Engineering*** : memberikan solusi dalam bentuk pemikiran maupun produk terhadap suatu permasalahan berdaasarkan pengetahuan IPA
 |
| 7 | ***Engaging in Argument from Evidence*** | * Keterampilan mengemukakan argument berdasar fakta
* ***Science***: keterampilan tersebut dibutuhkan untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan suatu penalaran dan menemukan penjelasan terbaik dari suatu fenomena
* ***Engineering***: Keterampilan menalar dan berargumentasi diperlukan untuk mencari penyelesaian yang paling sesuai terhadap masalah
 |
| 8 | ***Obtaining, Evaluating, and Communicating information*** | * Keterampilan mendapatkan, mengevaluasi, dan mengkomunikasikan suatu informasi
* ***Science***: mengkomunikasikan ide dan hasil proses inkuiri (*oral, writing*) berdasarkan hasil diskusi
* ***Engineering***: Engineer perlu mengkomunikasikan idenya, mengevaluasi produknya, sehingga mampu melakukan perbaikan dan inovasi
 |

Tujuan dari dimensi 2 kerangka NGSS adalah membantu peserta didik untuk memahami *interdisciplinary core idea* dan mengembangkan pemikiran koheren dan ilmiah mengenai dunia secara lebih mendalam. Tabel 3 menyajikan analisis keterkaitan setiap aspek dari dimensi 2 NGSS dengan standar dalam kurikulum IPA tahun 2013.

Tabel 3. Analisis keterkaitan setiap aspek dimensi *crosscutting concept*

| **No** | **Dimensi *Crosscutting Concept*** | **Kurikulum IPA 2013** |
| --- | --- | --- |
| 1 | *Pattern* | * Pola umum yang menunjukan pola pengorganisasian suatu hal maupun peristiwa
* Memunculkan pertanyaan tentang bagimana dan mengapa suatu pola tersebut terbentuk
* Contoh: Menggunakan pola untuk mencari persamaan dan perbedaan untuk mengklasifi- kasikan makhluk hidup
 |
| 2 | *Cause and Effect: Mechanism and explanation* | * Mengaitkan pemahaman mengenai suatu hubungan kausatif sebab-akibat suatu hal berupa mekanisme dan penjelasan
* Contoh: Hubungan sebab dan akibat terjadinya pemanasan global
 |
| 3 | *Scale, Proportion, and Quantity* | * Dalam memahami suatu fenomena, sangat penting menyadari relevansi berbagai pengukuran ukuran, waktu, dan energi untuk memahami perubahan pada *scale*, proporsi, dan kuantitas yang mempengaruhi struktur suatu system
* Contoh: scale, proporsi dan kuantitas suatu materi mineral batuan penyusun bumi
 |
| 4 | *System and system models* | * Pemahaman mengenai suatu system dan permodelan sistem tersebut sebagai alat untuk memahami dan menguji suatu ide yang dapat diterapkan melalui sains dan engineering
* Contoh: sistem hidrologi
 |
| 5 | *Energy and Matter : Flows, Cycle, and conservation* | * Energi dan materi: Arus, Siklus, dan Konservasi
* Memahami arah perubahan energi dan materi dari, ke, dalam suatu sistem untuk memahami berbagai kemungkinan dan keterbatasan suatu sistem
* Contoh: Tanpa input berupa energi (matahari) dan matter (CO2 dan air) maka tumbuhan tidak bisa hidup
 |
| 6 | *Structure and Function* | * struktur suatu objek atau makhluk hidup diciptakan sedemikian rupa sehingga mendukung fungsi tertentu
* Contoh: struktur glomerulus dibuat sedemikian rupa yang memungkinkan melakukan fungsi penyaringan darah
 |
| 7 | *Stability and Change* | * Kondisi kesetabilan (ketika kondisi dalam system tidak berubah) dan dinamika (perubahan) dalam suatu proses tertentu
* Contoh: Bagaimana caranya untuk membuat suatu benda stabil adalah dengan membuat landasan yang lebar di bagian bawah (dasar
 |

Analisis keterkaitan dimensi 3 kerangka NGSS dengan standar Kurikulum IPA di Indonesia tahun 2013 disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisis keterkaitan setiap aspek dimensi *Disciplinary Core Ideas* dengan

 Kurikulum IPA 2013

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***No*** | ***Dimensi 3: Disciplinary Core Ideas*** | ***Kurikulum IPA 2013*** |
| 1 | ***Physical Science*** | PS1 : *Matter and Its Interactions* PS2 : *Motion and Stability: Forces and Interaction*PS3 : *Energy*PS4 : *Waves and Their Application in Technologies for Information Transfer* |
| 2 | ***Life Science*** | LS1 : *From Molecules to Organisms: Structure and*  *Processess*LS2 : *Ecosystems: Interactions, Energy, and Dynamics*LS3 : *Heredity: Inheritance and Variation of Traits*LS4 : *Biological Evolution: Unity and Diversity*  |
| 3 | ***Earth and Space Sciences*** | ESS1 : *Earth’s Place in the Universe*ESS2 : *Earth’s Systems*ESS3 : *Earth and Human Activity* |
| 4 | ***Engineering, Technology, and Applications of Science*** | ETS1 : *Engineering Design*ETS2 : *Links among Engineering, Technology,* *Science, and Society* |

Moyer, H Richard. (2017).

Tujuan setiap core and component dijelaskan pada Tabel 5

Tabel 5. Analisis *Core and Component Ideas* dalam Kurikulum IPA 2013

| **No** | **Core Idea** | **Component Ideas** | **Tujuan**  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | ***PS1:*** ***Matter and Its Interactions*** | PS1.A: Structure and Properties of Matter PS1.B: Chemical Reactions PS1.C: Nuclear Processes  | * Menjawab dua pertanyaan fundamental yaitu **“*What is everything made of*?”** dan **“*Why do things happen*?”**
* Diterapkan untuk menjelaskan dan memprediksi berbagai fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.
* Fokus pembelajaran adalah kemampuan siswa memahami interaksi materi dan energi
 |
| 2 | ***PS2:*** ***Motion and Stability: Forces and Interactions***  | PS2.A: Forces and Motion PS2.B: Types of Interactions PS2.C: Stability and Instability in Physical Systems  |
| 3 | ***PS3:*** ***Energy***  | PS3.A: Definitions of Energy PS3.B: Conservation of Energy and Energy Transfer PS3.C: Relationship Between Energy and Forces PS3.D: Energy in Chemical Processes and  Everyday Life |
| 4 | ***PS4:*** ***Waves and Their Applications in Technologies for* Information Transfer**  | PS4.A: Wave Properties PS4.B: Electromagnetic  Radiation PS4.C: Information Technologies and  Instrumentation. | *Mengenalkan kepada siswa kemajuan dalam fisika selama abad ke 20 yang mendasari semua teknologi canggih yang tersedia saat ini.* |
|  |
| 1 | ***LS 1:*** ***From Molecules to Organisms: Structures and Processes*** | LS1.A: Structure and Function LS1.B: Growth and Development  of Organisms LS1.C: Organization for Matter and Energy Flow in Organisms LS1.D: Information Processing  | Fokus pada pola, proses, dan hubungan antara makhluk hidup. Penting untuk pemahaman konseptual mengenai ilmu-ilmu yang berkaitan dengan kehidupan dan memungkinkan siswa untuk memahami hasil-hasil penelitian yang ditemukan. Mengorganisasikan konsep life science dalam urutan yang sesuai dengan cara siswa belajar mengenai kehidupan. |
| 2 | ***LS2:*** ***Ecosystems: Interactions, Energy, and Dynamics***  | LS2.A: Interdependent Relationships in Ecosystems LS2.B: Cycles of Matter and Energy Transfer in EcosystemsLS2.C: Ecosystems Dynamics,  Functioning, and Resilience LS2.D: Social Interactions and Group Behavior  |
| 3 | ***LS3:*** ***Heredity: Inheritance and Variation of Traits***  | LS3.A: Inheritance of TraitsLS3.B: Variation of Traits  |
| 4 | ***LS4:*** ***Biological Evolution: Unity and Diversity***  | LS4.A: Evidence of Common Ancestry and DiversityLS4.B: Natural Selection LS4.C: AdaptationLS4.D: Biodiversity and Humans  |
|  |
| 1 | ***ESS1:*** ***Earth’s Place in the Universe***  | ESS1.A: The Universe and Its StarsESS1.B: Earth and the Solar System ESS1.C: The History of Planet Earth | * Menyelidiki proses yang terjadi di bumi dan juga bagian lain dalam sistem tata surya dan galaksi.
* Melibatkan fenomena dalam skala besar hingga skala kecil.
* Dimulai pada skala spasial terbesar yaitu alam semesta dan bergerak ke arah skala yang lebih kecil dan fokus pada antroposentris
 |
| 2 | ***ESS2:*** ***Earth’s Systems***  | ESS2.A: Earth Materials and Systems ESS2.B: Plate Tectonics and Large-Scale System  Interactions ESS2.C: The Roles of Water in Earth’s Surface Processes ESS2.D: Weather and Climate ESS2.E: Biogeology |
| 3 | ***ESS3:*** ***Earth and Human Activity***  | ESS3.A: Natural Resources ESS3.B: Natural Hazards ESS3.C: Human Impacts on Earth Systems ESS3.D: Global Climate Change  |
|  |
| 1 | ***ETS1:*** ***Engineering Design*** | ETS1.A: Defining and Delimiting an Engineering Problem ETS1.B: Developing Possible  Solutions ETS1.C: Optimizing the Design Solution  | * Siswa harus belajar bagaimana pengetahuan ilmiah diperoleh dan bagaimana penjelasan ilmiah dikembangkan.
* Siswa harus belajar bagaimana sains dimanfaatkan, khususnya dalam proses desain rekayasa, dan siswa harus memahami perbedaan dan hubungan antara enggineering, technology, dan application of science (ETS)
 |
| 2 | ***ETS2:*** ***Links Among Engineering, Technology, Science, and Society***  | ETS2.A: Interdependence of  Science, Engineering, and Technology ETS2.B: Influence of Engineering, Technology and Science on Society and the Natural World  |

**Kekurangan dan kelebihan standar kurikulum IPA di Indonesia ditinjau dari Kerangka NGSS**

Standar Kurikulum IPA di Indonesia untuk capaian aspek keterampilan yang analog dengan dimensi 1 framework NGSS belum secara spesifik mengelompokkan jenis keterampilan. Kurikulum IPA di Indonesia membagi keterampilan hanya dalam keterampilan konkret dan keterampilan abstrak. Keterampilan konkret meliputi keterampilan proses dan psikomotorik, sedangkan keterampilan abstrak terdiri dari keterampilan berpikir. Dimensi 1 kerangka NGSS sudah merinci aspek *practice* dalam 8 komponen yang spesifik.

Standar Kurikulum IPA di Indonesia untuk capaian aspek pengetahuan yang analog dengan dimensi 2 framework NGSS belum menentukan batasan antar disiplin ilmu IPA. Kurikulum IPA di Indonesia menjelaskan kompetensi integrasi pada setiap Kompetensi Dasar, sedangkan *framework* NGSS dimensi 2 sudah menetapkan 7 aspek. Berikut disajikan KD integrasi di kurikulum IPA Indonesia.

Tabel 6. Kompetensi Dasar kurikulum IPA Indonesia yang menggambarkan integrasi antar

 disiplin ilmu

|  |
| --- |
| **Kelas VII** |
| **Fisika** (suhu dan kalor) dan **Biologi** (termoregulasi) | Menganalisis konsep suhu, pemuaian, kalor, perpindahan kalor, dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari termasuk mekanisme menjaga kestabilan suhu tubuh pada manusia dan hewan  |
| **Fisika** (energi) dan **Biologi** (fotosintesis) | Menganalisis konsep energi, berbagai sumber energi, dan perubahan bentuk energi dalam kehidupan sehari-hari termasuk fotosintesis |
| **Kebumian** (iklim) dan **Biologi** (ekosistem) | Menganalisis perubahan iklim dan dampaknya bagi ekosistem |
| **Kelas VIII** |
| **Fisika** (gerak benda); **Biologi** (gerak makhluk hidup); dan **Kesehatan** (otot, sendi dan tulang) | Menganalisis gerak pada makhluk hidup, sistem gerak pada manusia, dan upaya menjaga kesehatan sistem gerak |
| **Fisika** (gerak benda) dan **Biologi** (gerak makhluk hidup) | Menganalisis gerak lurus, pengaruh gaya terhadap gerak berdasarkan Hukum Newton, dan penerapannya pada gerak benda dan gerak makhluk hidup |
| **Fisika** (pesawat sederhana) dan **Biologi** (Otot) | Menjelaskan konsep usaha, pesawat sederhana, dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari termasuk kerja otot pada struktur rangka manusia |
| **Biologi** (sistem pencernaan) dan **Kesehatan pencernaan** | Menganalisis sistem pencernaan pada manusia dan memahami gangguan yang berhubungan dengan sistem pencernaan, serta upaya menjaga kesehatan sistem pencernaan |
| **Kimia** (zat aditif) dan **Kesehatan** manusia akibat zat aditif | Menjelaskan berbagai zat aditif dalam makanan dan minuman, zat adiktif, serta dampaknya terhadap kesehatan |
| **Biologi** (sistem peredaran darah) dan Kesehatan sistem peredaran darah | Menganalisis sistem peredaran darah pada manusia dan memahami gangguan pada sistem peredaran darah, serta upaya menjaga kesehatan sistem peredaran darah |
| **Fisika** (tekanan zat cair) dan **Biologi** (sistem transportasi) | Menjelaskan tekanan zat dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, termasuk tekanan darah, osmosis, dan kapilaritas jaringan angkut pada tumbuhan |
| **Biologi** (sistem pernapasan) dan **Kesehatan** sistem pernapasan | Menganalisis sistem pernapasan pada manusia dan memahami gangguan pada sistem pernapasan, serta upaya menjaga kesehatan sistem pernapasan |
| **Fisika** (getaran, gelombang, dan bunyi) dan **Biologi** (sistem sonar hewan) | Menganalisis konsep getaran, gelombang, dan bunyi dalam kehidupan sehari-hari termasuk sistem pendengaran manusia dan sistem sonar pada hewan |
| **Fisika** (cahaya) dan **Biologi** (proses melihat pada mata) | Menganalisis sifat-sifat cahaya, pembentukan bayangan pada bidang datar dan lengkung serta penerapannya untuk menjelaskan proses penglihatan manusia, mata serangga, dan prinsip kerja alat optik |
| **Kelas IX** |
| **Biologi** (sistem reproduksi) dan **Kesehatan** sistem reproduksi | Menghubungkan sistem reproduksi pada manusia dan gangguan pada sistem reproduksi dengan penerapan pola hidup yang menunjang kesehatan reproduksi |
| **Biologi** (sistem perkembangkan biakan tumbuhan dan hewan) dan **Teknologi** reproduksi | Menganalisis sistem perkembangbiakan pada tumbuhan dan hewan serta penerapan teknologi pada sistem reproduksi tumbuhan dan hewan |
| **Fisika** (listrik statis) dan **Biologi** (sistem syaraf) | Menjelaskan konsep listrik statis dan gejalanya dalam kehidupan sehari-hari, termasuk kelistrikan pada sistem saraf dan hewan yang mengandung listrik |
| **Fisika** (kemagnetan) dan **Biolog**i (navigasi hewan) | Menerapkan konsep kemagnetan, induksi elektromagnetik, dan pemanfaatan medan magnet dalam kehidupan sehari-hari termasuk pergerakan/navigasi hewan untuk mencari makanan dan migrasi |
| **Bioteknologi** (Biologi dan teknologi) | Menerapkan konsep bioteknologi dan perannya dalam kehidupan manusia |
| **Kimia** (unsur dan molekul) dan **Kesehatan** (dampak penggunaan unsur dan molekul pada kesehatan manusia) | Menghubungkan konsep partikel materi (atom, ion,molekul), struktur zat sederhana dengan sifat bahan yang digunakan dalam kehidupan sehari- hari, serta dampak penggunaannya terhadap kesehatan manusia |
|  |

Permendikbud No. 22 Tahun 2016

Kekurangan pada kurikulum dan pembelajaran IPA di Indonesia apabila disetarakan dengan dimensi 3 framework NGSS adalah belum ditetapkannya bidang akjian khusus terkait ***Engineering, Technology, and Applications of Science.*** Kelebihan standar kurikulum IPA di Indonesia adalah menekankan dan menetapkan standar sikap spiritual dan sikal sosial secara spesifik, sedangkan framework NGSS tidak menetapkan *componen ideas* terkait *attitude (noble values)* pada *core* apapun.

**Kesimpulan**

Mengacu pada hasil kajian literatur dan analisis serta sintesis, maka dapat disimpulkan, bahwa

1. Pembelajaran IPA di Indonesia ditinjau dari “barometer” NGSS memiliki kesetaraan dalam 3 domain capaian IPA, yaitu domain knowlede (crosscutting concept), domain skills (practice)
2. Kekurangan pembelajaran IPA di Indonesia ditinjau dari “barometer” NGSS adalah belum spesifiknya pengelompokkan jenis keterampilan (practice) dan belum ditetapkannya batasan interdisipliner IPA, serta belum adanya standar berkait *Engineering, Technology, and Applications of Science*
3. Kelebihan pembelajaran IPA di Indonesia ditinjau dari “barometer” NGSS adalah adanya standar terkait sikap spiritual dan sikap sosial

**Daftar Pustaka**

Bybee, R. W. (2013) . Translating The NGSS for Classroom Instruction. Virginia : NSTA press

Kemdikbud. (2013). Modul Pelatihan Implementasi Kurikulum 2013.Jakarta : Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan

Moyer, H Richard. (2017). Innovation and Implication of the NGSS. USA: MC Graw Hill Education

National Research Council (NRC). (2011). A framework for K-12 Science Education: Practice, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, DC: National Academies Press.

NGSS Lead States. (2013). Next Generation Science Standards: For States, By States. Washington DC : National Academies Press.

Permendikbud No. 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar Dan Menengah

Permendiknas No. 65 Tahun 2013 Tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah

<https://www.purdue.edu/hhs/hdfs/fii/wp-content/uploads/2015/07/s_iafis04c03.pdf>

<http://www.stemedthailand.org/wp-content/uploads/2015/08/STEM-Education-is-here-to-stay.pdf>

<https://www.nsf.gov/about/congress/reports/ehr_research.pdf>

<https://www.education.ie/en/The-Education-System/STEM-Education-Policy/stem-education-policy-statement-2017-2026-.pdf>