

## Pembelajaran STEM di NYPi Singapura sebagai Inspirasi Pendidikan di Indonesia

**Adik Kristien**

SMK Negeri 7 Yogyakarta

Email: kristintugas@gmail.com

**Abstrak:** Pendidikan dan latihan penerapan pendekatan STEM di Nanyang Polytechnic Singapura dilakukan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia dalam rangka mengimplementasikan Instruksi Presiden Nomor 9 Tahun 2016 tentang Revitalisasi Sekolah Menengah Kejuruan dalam Rangka Peningkatan Kualitas dan Daya Saing Sumberdaya Manusia Indonesia. Dengan mengamati dan memahami sistem pendidikan, sistem pembelajaran, penerapan pendekatan STEM, penggunaan model pembelajaran yang bervariasi dan berpusat pada siswa, sistem penilaian yang efektif dan efisien, serta produk STEM di Singapura menjadi sumber inspirasi yang dapat diterapkan di Indonesia.

**Kata kunci:** sistem pendidikan, Pembelajaran STEM, produk STEM

### *STEM Learning at NYPi Singapore as an Inspiration for Education in Indonesia*

**Abstract:** *Education and training for the application of the STEM approach in Singapore's Nanyang Polytechnic are carried out by the Ministry of Education and Culture of the Republic of Indonesia in order to implement Presidential Instruction No. 9 of 2016 concerning Revitalization of Vocational High Schools in the Framework of Improving the Quality and Competitiveness of Indonesian Human Resources. By observing and understanding the education system, the learning system, the application of the STEM approach, the use of varied and student-centered learning models, an effective and efficient assessment system, and STEM products in Singapore can be a source of inspiration that can be applied in Indonesia.*

**Keywords:** *education system, STEM learning, STEM products*

#### **PENDAHULUAN**

Instruksi Presiden Nomor 9 Tahun 2016 tentang Revitalisasi Sekolah Menengah Kejuruan dalam Rangka Peningkatan Kualitas dan Daya Saing Sumberdaya Manusia Indonesia menginstruksikan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud) untuk membuat peta jalan pengembangan SMK; menyempurnakan dan menyelaraskan kurikulum SMK dengan kompetensi sesuai pengguna lulusan (*link and match*); meningkatkan jumlah dan kompetensi bagi pendidik dan tenaga kependidikan SMK; meningkatkan kerjasama dengan kementerian/ lembaga, Pemerintah Daerah, dunia usaha dan dunia industri; serta meningkatkan akses sertifikasi lulusan SMK dan akreditasi SMK; dan membentuk kelompok kerja pengembangan SMK.

Guru adalah pendidik profesional dengan tugas utama mendidik, mengajar, membimbing, mengarahkan, melatih, menilai, dan mengevaluasi peserta didik pada pendidikan anak usia dini jalur pendidikan formal, pendidikan dasar, dan pendidikan menengah. Untuk itu, Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2005 Pasal 7 ayat (1) huruf d menyatakan bahwa "profesi guru merupakan bidang pekerjaan khusus yang dilaksanakan berdasarkan prinsip memiliki kompetensi yang diperlukan sesuai dengan bidang tugas. Kompetensi adalah seperangkat pengetahuan, keterampilan, dan perilaku yang harus dimiliki, dihayati, dan dikuasai oleh guru dalam melaksanakan tugas keprofesionalan. Kompetensi guru meliputi kompetensi pedagogik, kompetensi kepribadian, kompetensi sosial, dan kompetensi profesional yang diperoleh melalui pendidikan profesi.

Berbagai upaya untuk meningkatkan kompetensi pendidik dan tenaga kependidikan telah dilakukan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan melalui Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang antara lain meliputi program peningkatan kompetensi guru pembelajar, sertifikasi guru, program keahlian ganda serta berbagai pelatihan lain baik di dalam maupun di luar negeri.

Salah satu wujud nyata pengembangan dan peningkatan kompetensi guru yang dilakukan pemerintah pada saat ini antara lain dengan menyelenggarakan pendidikan dan pelatihan pendidik dan tenaga kependidikan ke negara-negara lain yang dianggap lebih maju guna menyelaraskan sistem dan regulasi yang bisa diaplikasikan di Indonesia.

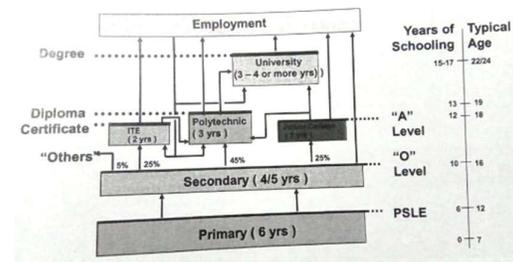
Tujuan umum pendidikan dan pelatihan guru ke luar negeri untuk meningkatkan kompetensi guru dalam hal perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi pembelajaran pada bidang keahlian melalui tutorial di kelas, praktik industri, observasi, demonstrasi, dan presentasi selama di negara yang dituju. Sedangkan tujuan khusus pendidikan dan pelatihan guru ke luar negeri negara tujuan Singapura pada kelompok *Science, Technologi, Engineering, Mathematic* (STEM) antara lain untuk mendapatkan:

1. pendalaman substansi materi STEM
2. pengalaman dan wawasan tentang interaksi antar budaya;
3. pemahaman tentang sistem pendidikan di negara maju;
4. pengalaman mempelajari proses pembelajaran di kelas;
5. pengalaman dalam melaksanakan penilaian hasil belajar siswa;
6. pengalaman mempelajari manajemen sekolah;
7. wawasan kerja di industri;
8. wawasan dalam implementasi kerjasama antara sekolah, perguruan tinggi, pemerintah daerah, dan industri (pengalaman pelaksanaan *link and match*);
9. wawasan dalam pengembangan dan implementasi kompetensi abad 21.

## SISTEM PENDIDIKAN DI SINGAPURA

Singapura dalam catatan sejarah merupakan negara miskin, tidak ada perekonomian, keterampilan sangat sedikit, industry rumahan, populasi kecil dan sumber daya tidak ada. Penduduk yang menetap hanya 530.000 pada data 2015, rata-rata umur 40,4 dan usia >65 tahun sebesar 12,4%. Kondisi ini membutuhkan perencanaan tenaga kerja secara nasional. Investasi yang dilakukan melalui Pendidikan. (*Primary school, ITE, Polytechnic dan University*).

Adapun sistem Pendidikan di Singapura dapat digambarkan pada diagram sebagai berikut.



1. Sekolah Dasar 6 tahun.  
PSLE (*Primary School Leaving Examination*)
2. Sekolah Menengah (Level 0) 4-5 th:
  - a. 75% siswa menempuh selama 4 tahun, untuk siswa dengan kemampuan baik dan sedang
  - b. 25% siswa menempuh selama 5 tahun, untuk siswa dengan kemampuan rendah
3. Pendidikan Level A
  - a. Junior Collage (25%), pendidikan dan pelatihan selama 2 tahun, sebagai persiapan menuju politeknik, universitas dan sebagai tenaga kerja.
  - b. ITE (Institut of Technical Education) 25%, pendidikan teknik 2 tahun, setelah lulus bisa ke politeknik atau sebagai tenaga kerja.
  - c. Politeknik 45% pendidikan kejuruan 3 tahun sebelum menjadi tenaga kerja.
  - d. 5% dari lulusan secondary langsung menjadi tenaga kerja dan lainnya.
4. Universitas selama 4-5 tahun.

5. Perusahaan tetap memberikan kontribusinya pada ITE, Politeknik dan universitas untuk perkembangan dan kemajuan dunia pendidikan berupa kurikulum, dosen dan proyek.

Politeknik yang ada di Singapura ada 5 yaitu : Singapore Polytechnic (1954), Ngee Ann Singapore (1963), Temasek Singapore (1990), Nanyang Polytechnic (1992), dan Republic Polytechnic (2002).

**NANYANG POLYTECHNIC**

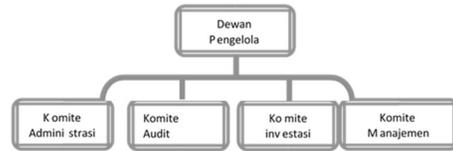
Misi Nanyang Polytechnic (NYPi) yaitu memberikan pendidikan dan pelatihan yang berkualitas untuk mempersiapkan pelajar, dan pembelajaran untuk bekerja dan hidup, membekali mereka untuk menjadi pelajar yang mampu belajar seumur hidup dan berkontribusi pada pengembangan teknologi, ekonomi dan pemerintah Singapura.

Pemerintah Singapura memanfaatkan sumber daya , keahlian, kreatifitas, dan inovasi, untuk mendukung pengembangan bisnis dan industri sebagai pelengkap dalam upaya globalisasi di Singapura.

Konsep *Teaching Factory* di Nanyang Polytechnic : 1) Meniru dan mengintegrasikan budaya industri pada kehidupan nyata dengan lingkungan belajar dalam pembelajaran siswa, 2) Kerja proyek merupakan komponen penting bagi siswa untuk menarik kesimpulan dari pengetahuan dan keterampilan yang dipelajari dan diterapkan dalam lingkungan multi disiplin ilmu dalam kehidupan nyata, 3) Untuk mencapai konsep pembelajaran lebih optimal dan efektif, 4) Untuk mendorong dan menumbuhkan inovasi dan keterampilan dalam memecahkan masalah, 5) Untuk mempertahankan mata uang dan relevansi terhadap industri, 6) Menjadi platform penting untuk pengembangan staf dan pengembangan kemampuan, 7) Untuk menjalin kerjasama yang kuat dengan industri.

Membangun kelanjutan dan kemitraan di Nanyang Polytechnic dengan cara:

1. Sebagai pilar tata pemerintah dan pusat mendengarkan (wawasan dan tinjauan industri) Direksi Pengarah, sebagai berikut:



2. *As Curriculum Advisor* (Penasehat Kurikulum) : anggota profesional dari industri, kerjasama antara NYPi dan industri, memberikan saran dan dukungan terhadap proposal khusus dan amandemen khusus.

3. Kapabilitas kerjasama dengan pemerintah



Implementasi dari proyek yang sangat sederhana sampai proyek besar.

4. Sebagai tempat pelatihan bagi siswa Implementasi teori ke dalam praktek : 12 minggu sampai 6 bulan, pengalaman belajar yang realistis dan persiapan karir kerja, menguatkan NYPi dan jaringan industri.

5. Proyek industri dan kerjasama dalam berinovasi

6. Sebagai mitra bisnis

Pengembangan industri meliputi:

- a. Proyek industri ( Inovasi solusi untuk industry ; Produk desain dan pengembangan baru )
- b. Proyek R & D
- c. Dukungan untuk memulai dan tecnopreneur
- d. Kolaborasi dengan indutri dan agenci

7. Sebagai penyedia keahlian dengan cara menambah fakultas, ada tambahan jam, semester pendek.

8. Sebagai penyedia sumberdaya dan teknologi tentang bagaimana : berfikir untuk menjadi pemenang, tindakan korporasi, selalu memberi yang lebih bagus dan punya nilai tambah.

**PENILAIAN PEMBELAJARAN**

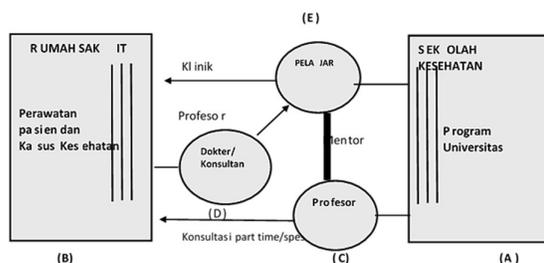
Penilaian bukan hanya tentang pengaturan tes dan hasil skor. Penilaian merupakan penilaian dalam pembelajaran. Tipe penilaian dalam pembelajaran :

1. Penilaian formatif bertujuan untuk memantau kondisi siswa sehingga dapat memberikan umpan balik yang berkelanjutan untuk meningkatkan pembelajaran. Secara umum penilaian formatif bobotnya lebih rendah dari penilaian sumatif. Contoh penilaian formatif di dalam kelas dengan *quiz online* dan tanggapan dari latihan.



2. Penilaian sumatif bertujuan untuk mengevaluasi pembelajaran siswa pada akhir unit pelajaran atau akhir kursus. Secara umum, bobot lebih tinggi dari penilaian formatif. Contoh penilaian sumatif yaitu ujian akhir dengan presentasi proyek akhir dan penyampaian laporan akhir hasil kegiatan penelitian.

Konsep Inovasi di NYPi adalah “*Teaching Factory*” contohnya pembelajaran di rumah sakit.



Konsep *Teaching Factory* : 1) Dari simulasi untuk meniru menjadi integrasi, 2) Membawa lingkungan dan praktek industri ke dalam lingkungan belajar mengajar dan mengintegrasikan dalam proyek, 3) Industri dan aplikasi penelitian terhadap proyek sangat penting untuk kerjasama antara institusi dan

industry. Mereka akan membawa siswa untuk menerapkan pengetahuan dan keterampilan dalam lingkungan belajar yang multi dimensi dan mempersiapkan siswa untuk dapat beradaptasi di lingkungan kerja.

Tujuan *Teaching Factory*: 1) menyediakan siswa dengan lingkungan pembelajaran dan proses belajar yang baik untuk mempersiapkan mereka di dunia kerja, 2) Mendorong siswa untuk mengembangkan kreativitas dan semangat dalam kerja tim untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan nyata, 3) Memastikan kesesuaian kurikulum dan perubahan kebutuhan industri, 4) meningkatkan kolaborasi dengan industry, 5) hal terpenting, TEFA menyediakan platform yang efektif untuk pelatihan staf dan pengembangan kemampuan institusi dalam peningkatan yang berkelanjutan.

Delapan (8) dasar implementasi konsep TEFA : 1) kondisi nyata di industry/ bisnis dan kurikulum yang efektif peralatan, fasilitas), 2) pembelajaran berbasis pengalaman menjadi inspirasi berfikir inovatif dalam meniru, mengintegrasikan dalam kehidupan nyata dalam aplikasi dan solusi, 3) dosen dengan pengalaman yang relevan membangun kemampuan, untuk mengembangkan kewirausahaan siswa, 4) kekuatan, efektifitas dan kemampuan staf dalam mengembangkan inisiatifnya, 5) membangun pembelajaran dengan *teaching factory*., 6) kolaborasi dengan industri dalam proyek siswa dan staf dan aplikasi untuk penelitian, 7) siswa terlibat dalam proyek semester dan akhir tahun, 8) pengembangan tanpa batas dalam budaya tim.

**RENCANA RISET, INOVASI DAN KEWIRAUSAHAAN 2020**

Penerapan ilmu dan teknologi untuk meningkatkan kehidupan, membangun komunitas yang lebih kuat, menciptakan lapangan kerja, dan dasar bisnis yang lebih baik untuk ekonomi di masa depan dan merubah Singapura menjadi SMART NATION (Negara yang cerdas). Hal penting

dilakukan melalui STEM dengan teknologi, yaitu: pengetahuan (apa yang kamu ketahui?), kapabilitas (apa yang dapat kamu siapkan?), keahlian (apa yang dapat kamu lakukan?) sehingga perlu ada pusat industry, pilihan tetap dan relevan, siap dengan yang akan datang.

Transformasi ekonomi di Singapura dimulai dari tahun 1960 – 1970 berupa keterampilan dasar, tahun 1980 – 1990 berupa mendalami keahlian teknologi, setelah tahun 1990 – 2000 berupa inovasi, kreatif dan kewirausahaan. Teknologi meliputi kedirgantaraan, energi, kimia, elektronik, lingkungan dan air, kesehatan, teknologi informasi, logistic dan suplai kursi, media dan entertainmen, teknologi kesehatan, farmasi dan biotek, digital dan rekayasa serta komunikasi.

Langkah untuk berinovasi berawal dari adanya ide dan pengetahuan kemudian dicari solusinya berupa produk. Produk tersebut harus unggul dan kompetitif. Pendekatan yang digunakan pendekatan secara holistic, integrasi antara pengetahuan dan konsep dari 3 disiplin ilmu. Misalnya teknik mekatronik, merupakan perpaduan antara elektronika, mekanik dan teknologi komputer, dapat digambarkan sebagai berikut.

Teknik Mekatronik, merupakan perpaduan antara elektronika, mekanik dan teknologi komputer, dapat digambarkan sebagai berikut:



Konsep *Teaching Factory* pun digunakan :

1. Pembelajaran dan pelatihan untuk meniru dan mengintegrasikan budaya industri dengan kehidupan nyata.
2. Kolaborasi dan kerjasama dengan industri untuk mendorong inovasi dan kerja tim, dan keahlian penyelesaian masalah

3. Pengembangan kemampuan untuk investasi tenaga kerja dan teknologi yang relevan dan terbaru.

Hasil pembelajaran teknologi digunakan : 1) untuk industri bertujuan sebagai pedoman bagi staf dan pelajar untuk menerapkan pengetahuan dan keterampilan mereka pada proyek nyata dalam kehidupan, 2) untuk melayani industri dengan pelayanan *Research and Development* yang komprehensif dan solusi teknologi, 3) untuk mengadopsi praktik dan aplikasi pendekatan pembelajaran yang merupakan penggabungan antara pembelajaran dan budaya kerja untuk lebih mempersiapkan pelajar yang lebih baik untuk kerja di industri.

### **ADITIF MANUFAKTUR UNTUK PROMOSI PENDIDIKAN BERBASIS STEM**

Nanyang Polytechnic mempunyai pusat AM(3DP) yang menyediakan berbagai printing obyek tiga dimensi (3D). Kami ditunjukkan cara membuat desain obyek 3D menggunakan aplikasi GrapCad Print dan cara mengoperasikan printer AM(3DP) sampai menghasilkan produk 3D. Contoh yang dipraktikkan pada kami yaitu pembuatan gantungan kunci NYPI yang berbahan plastik. Selain itu kami ditunjukkan berbagai macam hasil praktik pembuatan obyek 3D dari mahasiswa NYPI, misalnya: kursi meja printing, baju printing, berbagai mainan anak, aerospace dll.

Pusat AM(3DP) telah bekerjasama dengan industri-industri besar dalam membuat produk yang diinginkan oleh industri tersebut. AM (3DP) sangat bermanfaat untuk mata pelajaran STEM yang memungkinkan siswa untuk menerapkan imajinasi kreatifitas menjadi kenyataan dan menginspirasi kerja secara tim dan kolaborasi. Berikut keunggulan pendidikan berbasis STEM menggunakan AM(3DP) :

1. Mendorong berinovasi  
Tujuan pendidikan modern telah mengalami beberapa perubahan dan sekarang siswa harus membuat perubahan

- dari konsumen menjadi inovator. AM(3DP) membantu mendorong siswa membayangkan, membuat dan berinovasi sesuatu yang baru untuk menerima representasi fisik.
2. Melibatkan pembelajar  
Jika ada siswa yang rendah motivasinya, sebagai seorang guru harus mencari cara untuk melakukan pembelajaran yang menarik dan melibatkan siswa. Untuk itu AM(3DP) menjadi faktor penting penentu keberhasilan pembelajaran di Singapura saat ini.
  3. Mendorong kreatifitas
  4. Dengan akses ke perangkat lunak desain dan printer AM, siswa sangat termotivasi untuk menciptakan sesuatu yang baru.
  5. Membuat segala sesuatu dan kapan saja  
Hampir segala sesuatu yang dapat berguna dalam kehidupan sehari-hari dapat dibuat dengan bantuan printer 3DP. Sebagai contoh, seorang siswa yang akan ke kota lain untuk liburan, dapat memilih peta 3D dari kota ini yang hilang disana
  6. Kerja sama tim dan kolaborasi
  7. AM(3DP) menjadi prosedur yang mengasyikkan bagi siswa. Untuk itu dengan ide yang berbeda-beda dapat diselesaikan dengan kerjasama. Setiap pengalaman kolaborasi diperlukan untuk mencapai tujuan jangka panjang dan AM(3DP) dapat berkontribusi.

#### **MAKERSPACE (Aplikasi STEM dengan inovasi dan kreatifitas)**

*MakerSpaceNYP* didirikan bulan Juli 2016 dengan luas 700 m<sup>2</sup> berada di P220 yang diperuntukkan bagi mahasiswa dan pegawai untuk mengembangkan dan menampilkan ide kreatifnya. *MakerSpaceNYP* terdiri dari ruang kerja dan laboratorium, contohnya 3D printing, T-shirt printing, mesin jahit, mesin pembuat asesoris, fotografi, videografi, kerajinan kertas, kayu, audio recorder, pembuatan logam dan lain-lain. Semua alat/mesin yang tersedia dapat digunakan secara gratis, tetapi untuk bahan disediakan sendiri oleh mahasiswa. Produk dari

*MakerSpaceNYP* dipasarkan lewat *online* maupun *offline*. Hal ini bertujuan untuk mengembangkan jiwa kewirausahaan.

Mahasiswa NYPi dapat memilih apa yang akan dibuat sesuai dengan minat dan kreatifitasnya. Prinsipnya *MakerSpaceNYP* itu terbuka untuk mahasiswa dan staf, tidak linear dengan jurusannya serta inisiatif dari dirinya sendiri.

Untuk mahasiswa dan pegawai dapat mengakses melalui aplikasi *MakerSpaceNYP* dan *downloadnya* melalui *google play*. Dalam aplikasi tersebut terdapat beberapa pilihan menu dengan scan barkot misal tutorial penggunaan alat, pemasaran, agenda acara, kewirausahaan dan lain-lain.

#### **FLIPPED LEARNING DALAM STEM**

*Flipped Learning* merupakan model pembelajaran berpusat pada siswa dan guru mempersiapkan segala keperluan untuk sesi *online* yang akan dipelajari oleh siswa secara mandiri. Persiapan ini dapat berupa ringkasan materi bahan ajar, rekaman suara, video maupun soal-soal. Setelah belajar mandiri, siswa dalam kelompok kecil berdiskusi, mengerjakan lembar kerja sesuai dengan bahan ajar yang telah mereka pelajari sebelumnya secara *online*.

Faktor yang mempengaruhi keberhasilan *Flipped Learning* antara lain : memulai dengan hal sederhana dengan cara mengubah pola pikir, mampu berinteraksi dengan siswa dalam pembelajaran, pengaturan kelas yang tepat, siswa melakukan tugas mereka belajar *online* dan diskusi mengerjakan lembar kerja, dan melakukan penilaian ketrampilan dan presentasi kelompok.

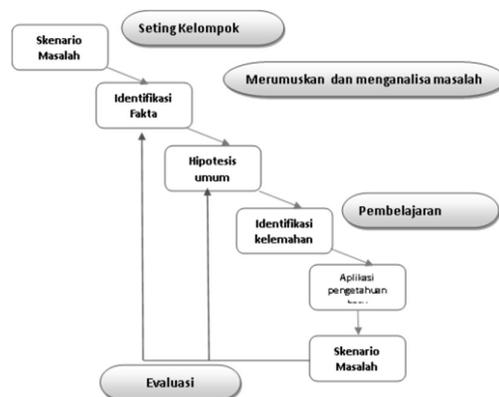
#### **PROBLEM BASED LEARNING (PBL) UNTUK PROMOSI PENDIDIKAN STEM**

Beberapa konsep umum PBL menurut para ahli. PBL merupakan model pembelajaran aktif berdasarkan penggunaan permasalahan terstruktur sebagai stimulus untuk belajar (Barrows, 2000). Siswa belajar paling baik dengan bekerja secara kolaboratif pada masalah dunia nyata (Wittert dan Nelson, 2009). Siswa belajar berpusat pada

permasalahan kompleks yang tidak memiliki jawaban tunggal. Siswa bekerja dalam kelompok kolaboratif untuk mengidentifikasi apa yang perlu mereka pelajari untuk menyelesaikan masalah. Siswa terlibat dalam pembelajaran mandiri dan kemudian menerapkan pengetahuan baru mereka untuk masalah dan merefleksikan apa yang mereka pelajari dan keefektifan strategi yang digunakan. Guru bertindak untuk memfasilitasi proses pembelajaran daripada memberi pengetahuan (Hmelo\_Silver, 2004).

Beberapa karakteristik PBL (Barrows, 2000) yaitu pembelajaran berpusat pada siswa, belajar di lakukan dalam kelompok-kelompok kecil, guru adalah fasilitator atau panduan, masalah adalah fokus pengorganisaian dan stimulus untuk belajar, masalah adalah wahana untuk mengembangkan ketrampilan penyelesaian masalah, informasi baru diperoleh melalui pembelajaran mandiri.

Proses model PBL digambarkan sebagai berikut :



Tujuh langkah pelaksanaan PBL meliputi : menjelaskan istilah dan konsep, menentukan masalah, analisis masalah dan menerangkan penjelasan sementara (*Brainstorming*), menyusun rencana, merumuskan tujuan pembelajaran, mengumpulkan informasi, sintesa penjelasan informasi baru melalui belajar mandiri dan evaluasi serta menguji masalah tersebut. Refleksi dan konsolidasi pembelajaran.

Kelebihan PBL yaitu berpusat pada siswa (memupuk pembelajaran aktif, peningkatan pemahaman dan ingatan, dan pengembangan ketrampilan yang berguna untuk seumur hidup);

terintegrasi (memfasilitasi integrasi multidisiplin ilmu); kompetensi umum (pembelajaran berkelompok dalam memfasilitasi untuk mendapatkan yang diinginkan, misal : kerja tim, ketrampilan komunikasi, pemecahan masalah, pembelajaran mandiri, bertukar informasi/pendapat, menghormati orang lain); memupuk perkembangan pengetahuan; motivasi (melibatkan semua siswa aktif dalam pembelajaran).

Kelemahan PBL yaitu guru mungkin merasa sulit memfasilitasi dan membuat frustrasi; lebih banyak staf/tenaga/ sumber daya yang diperlukan untuk kelompok-kelompok kecil; membutuhkan sumber daya yang besar, misal : banyak siswa mengakses perpustakaan dalam waktu yang sama, ruang kelas untuk pembelajaran kelompok kecil; Siswa mungkin tidak yakin berapa banyak studi mandiri yang harus dilakukan dan informasi apa yang relevan dan berguna.

## INOVASI PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Setiap orang pasti bisa melakukan inovasi. Inovasi merupakan bagaimana kita menggunakan teknologi sehingga tanpa teknologi itu bukan inovasi. Inovasi juga merupakan bagaimana merubah pikiran atau *mindset*. Inovasi tidak hanya berupa produk, melainkan berupa sistem.

Inovasi yang perlu dilakukan oleh guru dalam pembelajaran matematika antara lain guru memberikan evaluasi formatif, pengajaran mikro bagi siswa yang memerlukan pembelajaran remedial, siswa yang mempunyai keterbatasan perlu diberikan pembelajaran komprehensif, mempunyai tujuan pembelajaran yang jelas, melakukan pembelajaran timbal balik atau dua arah, menajamkan dan mengasah kemampuan fisik, rasa, pikir dan motivasi.

Siswa sekarang merupakan siswa millennial sehingga dalam pembelajaran memerlukan kerjasama, saling berhubungan serta mampu membuat perubahan sosial, berpusat pada siswa, instruksi yang singkat, pembelajaran paralel dan tidak harus

berurutan, pembelajaran multimedia, belajar dengan melakukan, pembelajaran untuk mengerti, sering dilakukan penilaian dan umpan balik yang cepat dan tepat waktu.

### CYBER SECURITY DALAM STEM

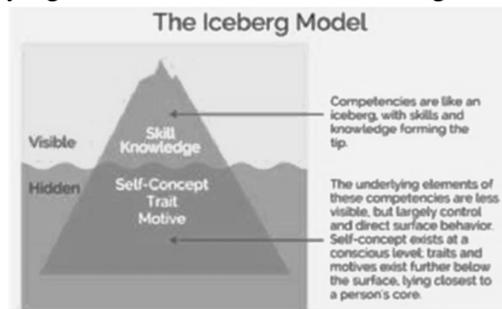
Luar angkasa merupakan dunia *online* jaringan komputer dan terutama internet. Penggunaan internet paling banyak pada 30 Juni 2018 meliputi Asia, Eropa, Afrika, Amerika Latin, Amerika Utara, timur tengah, Australia, sedangkan pada 2017 Asia, Eropa, Amerika Latin, Afrika, Amerika Utara, timur tengah, Australia.

Apa yang terjadi ketika sesuatu terjadi tetapi pemerintah belum siap? Tentunya teknologi jaringan terbuka sangat rentan terhadap kriminal atau penjahat mencoba mengganggu dan mencuri informasi. Pencegahan *Cyber Security* dengan cara membuat passwords yang bagus sehingga orang lain tidak bisa mengetahui, mengganti password setiap tiga bulan sekali, jangan menggunakan password yang mudah ditebak orang lain, Jangan menggunakan kata password dari nama pribadi selalu cek link email, lakukan update dan memasang anti virus.

Berikut contoh password yang mudah ditembus oleh hecker : 123456, 12345678, 111111, 1234567890. Sedangkan contoh password yang bagus antara lain: Lut08098\$.

### INOVASI DALAM PENGAJARAN DAN PEMBELAJARAN

Kerangka kerja pendidikan di NYPI menggunakan kemampuan dalam memadukan antara pengetahuan, keterampilan dan sikap yang diibaratkan sdalam model Gunung Es.



Kompetensi digambarkan seperti gunung es, dengan keterampilan dan pengetahuan

yang dapat dilihat. Elemen yang tidak nampak tapi sangat penting yaitu konsep diri, nilai atau sikap dan motivasi. Kompetensi adalah karakteristik yang mendasari individu, yang dapat ditunjukkan untuk memprediksi kinerja seseorang dalam suatu pekerjaan; dan dapat menunjukkan cara berperilaku atau berpikir.

Kurikulum terdiri dari kurikulum internal seperti keterampilan komunikasi, modul umum dan proyek. Kurikulum eksternal yaitu ekstrakurikuler.

Lulusan NYPI memiliki kemampuan seperti profesional yaitu memiliki pengetahuan dan kompetensi di bidangnya, memiliki keterampilan abad 21, memiliki keahlian sesuai dengan kebutuhan di era global, inovatif dan berjiwa wirausaha, kreatif dan mampu membuat sesuatu yang berbeda secara inovatif dan praktis dalam dunia wirausaha dan respon social yaitu berorientasi melayani dan respon terhadap lingkungan dan masyarakat.

Pembelajaran di NYPI berpusat pada tujuan dan hasil. Berpusat pada tujuan yaitu hasil yang diinginkan sesuai instruksi dan program kurikulum, kegiatan ditulis dalam pembelajaran, menunjukkan isi pelajaran yang hendak disampaikan guru dan tujuan yang akan dicapai. Berpusat pada hasil yaitu tergantung pada tujuan yang dicapai dari apa yang dipelajari, berpusat pada siswa, menjelaskan apa yang harus dicapai pada proses pembelajaran, langkah-langkah spesifik dan jelas yang dapat diterapkan pada siswa.

Strategi pembelajaran di NYPI menggunakan CTL yaitu menghubungkan konten materi pelajaran dengan pengalaman siswa, memungkinkan siswa untuk memiliki beberapa peluang pada proses pembelajaran, melibatkan siswa aktif dalam pembelajaran aktif, mendorong siswa mampu mengkonstruksi makna pribadi dari diri sendiri dan rekannya, menekankan pada pemecahan masalah, menggunakan penilaian otentik menggunakan bermacam-macam model pendekatan pembelajaran seperti: PBL, PjBL, SDL, Flipped, Kooperatif dan lain-lain, sesuai dengan konteks dan berarti, proyek

berupa proyek riil, pembelajaran dari berbagai disiplin ilmu, peran pengajar sebagai fasilitator, mentor, pengarah, kolaborator, praktisi industry, berpusat pada siswa: pembelajaran sebagai tantangan, ada dukungan untuk pelajar. Desain implementasi di NYPI: *Conceive-Design-Implement-Operate* (CDIO) digabung dengan Silabus CDIO didapat visi pendidikan yang menekankan fundamental, memahami konteks, merancang, mengimplementasikan dan mengoperasikan sistem, proses, dan produk nyata.

### PEMBELAJARAN STEM DENGAN DRONE DI LUAR KELAS.

STEM merupakan pendekatan menyeluruh terdiri dari beberapa pelajaran atau konsep ilmu. STEM pada pembelajaran drone terdiri dari Science (S) meliputi konsep kekuatan, gaya, percepatan, kecepatan dll; Teknologi (T) meliputi programming, GPS, sensor, motor dll; Engineering (E) meliputi elektronik, komputer, kontrol, aerodinamik dan Mathematic (M) meliputi konsep aljabar, kalkulus, fungsi, persamaan linear dll.

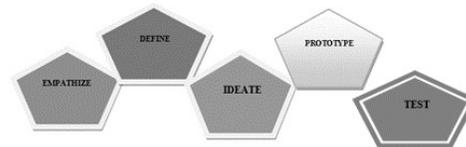
Ada tiga tipe proyek dari pembelajaran STEM dengan *DRONE* yaitu kerjasama dengan industri, penelitian dan pengembangan (*R&D*), dan kompetisi. Beberapa kegiatan antara lain *Drone Competition* dan *Singapore Amazing Flyng Machine Competition* (SAFMC). SAFMC merupakan kompetisi bergengsi tahunan yang diselenggarakan oleh DSO Laboratorium Nasional dan *Science Centre* Singapura yang menyediakan tempat yang sempurna untuk memperkuat pengetahuan siswa, membutuhkan desain dan membangun ketrampilan, kerja tim dan komunikasi serta merangsang siswa untuk melakukan STEM.

### DESIGN THINKING DALAM PENDIDIKAN STEM

*Design thinking* dapat digambarkan sebagai suatu disiplin yang menggunakan kepekaan dan metode perancangan untuk mencocokkan kebutuhan orang dengan apa yang layak secara teknologi dan apa yang

dapat diubah oleh perencana. Pada kurikulum antara silabus dalam hal ini guru dengan siswa ada gap atau jaraknya yang disebut gap akademik. Guru harus membawa turun sampai pada level tertentu sesuai kemampuan siswa. Jika terlalu rendah maka siswa tidak ada tantangan dan jika terlalu tinggi tidak mungkin dilakukan. Antara silabus/guru dengan siswa harus horisontal (*aspirasi gap*) dan guru harus mengerti pentingnya pembelajaran dan manfaatnya. Guru harus cenderung ke siswa, siapa mereka, apa yang dapat mereka mengerti, bagaimana membuat lebih baik dengan metodologi tertentu. Semua ini dilakukan untuk mengetahui level siswa, sehingga dapat mendesain pembelajaran dengan tepat.

Proses Design Thinking :



*Mode Empathize* merupakan inti dari proses desain yang berpusat pada manusia. *Mode Define* dari proses desain merupakan kejelasan dan fokus ke ruang desain. *Mode Ideate* dari proses desain merupakan di mana siswa berkonsentrasi pada pembuatan ide. *Mode Prototype* dari proses desain merupakan generasi artefak berulang yang dimaksudkan untuk menjawab pertanyaan yang membuat siswa lebih dekat dengan solusi akhirnya. *Mode Test* merupakan tahap untuk meminta umpan balik tentang prototipe yang dibuat, dari pengguna dan memiliki kesempatan lain untuk mendapatkan empati bagi orang-orang yang dirancang.

### ANALISIS DATA DALAM STEM

Analisis data merupakan proses memeriksa serangkaian data dengan bantuan software untuk memberikan gambaran kesimpulan informasi. Kumpulkan data dengan software Excel. Tampilan data dalam bentuk grafik seperti Scatterplot, Vertical Bar, Horizontal bar, Tabel, Line, Stacked vertical bar, stacked horizontal bar, heatmap, stopegraph, waterfall dan sqyare

area. Penggunaan data akan mendukung pekerjaan guru.

Proses analisa data :



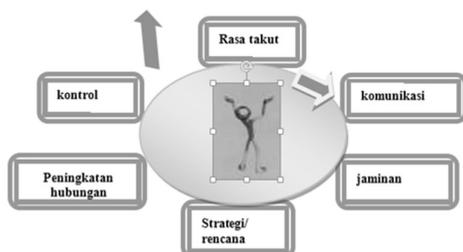
Contoh : Analisis transaksi penjualan. Berapa banyak data yang dapat dihasilkan oleh suatu transaksi penjualan ? <https://www.youtube.com/watch?v=SSRBDO0J5UI>. Bagaimana cara menganalisis data penjualan menggunakan excel? <https://www.youtube.com/watch?v=XfWkCsvbEU>.

**KETERLIBATAN MILLENNIAL GENERATION**

Kondisi generasi muda apabila kebutuhannya belum terpenuhi, timbul rasa takut, terisolasi, rasa kehilangan, kecanduan, hubungan yang tidak baik, ada tekanan, dapat dilihat pada lingkaran tertutup dibawah ini.



Apabila kebutuhannya terpenuhi, kondisi akan terbuka, akan keluar dari rasa takut, dengan adanya komunikasi, adanya jaminan, strategi/rencana, peningkatan hubungan, dan adanya control, seperti diagram berikut :



Perbedaan kondisi dari generasi ke generasi dapat digambarkan sebagai berikut :

	Genarasi 1946-1964	Gen X 1965-1980	Gen Y 1981-2000
Teknologi	Tidak peduli terhadap teknologi	Mencari teknologi	Ahli teknologi
Perubahan	Tidak suka dengan perubahan	Dapat menerima adanya perubahan	Adanya permintaan terhadap perubahan
Pendidikan	Apa ?	Bagaimana?	Mengapa?
Kuangan	Dapat dan menyimpan keuangan	Dapat uang dan menghabiskan sedikit keuangan	Menghabiskan semua
Kredit	Ketika membutuhkan	Ketika benar-benar membutuhkan	Berapa banyak yang didapatkan
Panutan/ teladan	Karakter laki-laki	Laki-laki dan perempuan	Karakter seperti apa?
Wewenang	Tidak peduli	Ada jarak	Apakah layak?
Pornografi	Bioskop	Penyewaan video	Di kamar

**SINGAPORE SCIENCE CENTRE**

Sebuah tempat wisata di Singapura seluas 7.500 m<sup>2</sup> yang didedikasikan untuk menambah pengetahuan tentang sains seluruh pengunjung dari segala usia. *Singapore Science Centre* ini terletak di pinggir kota Singapura, tepatnya di Singapore Center Road. Di dalam Singapore Science Center terdapat aneka ilustrasi yang sangat beragam dari berbagai bidang ilmu pengetahuan, diantaranya ada rumus matematika Galileo Galilei, rumus Fisika, perubahan iklim, permainan alat dengar, taman kinetik, taman ruang angkasa, kehidupan virus, dan tata surya. Objek wisata ini merupakan salah satu tempat di Singapura yang paling sering dikunjungi oleh para wisatawan asing. Tempat ini juga dapat digunakan sebagai proyek pembelajaran bagi para siswa, mahasiswa, dan para ilmuwan.

### MARINA BARRAGE

Merupakan bendungan di Singapura yang di bangun untuk menyediakan penyimpanan air, pengendalian banjir dan rekreasi. Di bangun pada tanggal 30 Oktober 2008 dan secara resmi di buka sebagai reservoir ke-15 di Singapura. Prinsip kerjanya, jika ada hujan bendungan akan menampung air hujan sehingga Singapura tidak banjir. Jika Musim kemarau air dari bendungan itu akan dialirkan ke penduduk.

### KESIMPULAN

1. Indonesia adalah negara yang luas dan sangat kaya sumber daya dibandingkan dengan Singapura, tetapi kedisiplinan, ketertiban, kebersihan dan tata lingkungan di Singapura sangat teratur dan tersistem sehingga kemajuan pembangunan lebih pesat di Singapura.
2. Agar pembangunan di Indonesia berkembang pesat khususnya bidang pendidikan perlu mencontoh atau mengadopsi hal-hal positif dari Negara Singapura, antara lain :
  - a. Pendidikan di Indonesia harus dari metode *teacher centre* menjadi *student centre* dengan mempersiapkan siswa mampu beradaptasi dan mengatasi masalah perubahan jaman, dengan tetap berlandaskan karakter yang kuat.
  - b. Inovasi pembelajaran dengan pendekatan STEM perlu segera diterapkan di seluruh tingkat pendidikan dalam rangka menghadapi tantangan abad 21.
  - c. Pendidik dalam pembelajaran menggunakan model pembelajaran yang bervariasi antara lain *teaching factory*, *problem base learning*, *project base learning*, dan *Flipped Larning*.
  - d. Pengembangan teknologi informasi yang berbasis kepada internet (*Internet of thing*), saat ini sudah menjadi kebutuhan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam berbagai bidang kehidupan negara.

e. Lingkungan sekolah penuh dengan literasi, pengetahuan terkait pembelajaran, produk-produk siswa juga selalu didisplay, siswa yang juara juga selalu didisplay untuk memberikan motivasi bagi teman-temannya atau adik-adik kelasnya.

3. Secanggih dan semaju apapun sebuah negara maka jangan dilupakan penanaman karakter sejak dini dalam keluarga dan dunia pendidikan khususnya sebagai kunci utama majunya sebuah negara.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anthony Woon. 2019. Nanyang Polytechnic International.
- Chao Tiang Ming. 2019. Working with the Industry, for the Industry. Singapura : NYPi.
- Christopher SH Bong. 2019. Essence of Cybersecurity. Singapura : NYPi.
- David Wong SK. 2019. Additive Manufacturing for Promoting STEM Education. Singapura : NYPi.
- Doris Chan. 2019. Problem Based Learning to Promote STEM Education. Singapura : NYPi.
- Evangeline Chen. 2019. Engaging the Young Generation. Singapura : NYPi
- Evangeline Chen.2019. Learning Design. Singapura : NYPi.
- Huang Shu Hwei. 2019. Understanding of Data Analytics in STEM. Singapura : NYPi.
- Pang N.K. 2019. Teaching and Learning assessment. Singapura : NYPi
- Soon Tats Fah.2019. Design Thinking. Singapura : NYPi.
- \_\_\_\_\_. 2019. Application Oriented teaching & Learning through Industry Project. Singapura : NYPi.
- Wee wen Shih. 2019. Innovation in Teaching & Learning of Mathematics. Singapura : NYPi.
- Yoon eng Tong. 2019. MarkerSpaceNYP. Singapura : NYPi.