



# STRATEGI DIGITALISASI SARPRAS

Meningkatkan Kualitas  
Pengelolaan Sarana  
& Prasarana SMK





**STRATEGI DIGITALISASI SARPRAS**  
Meningkatkan Kualitas Pengelolaan Sarana  
dan Prasarana SMK

DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN VOKASI  
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
REPUBLIK INDONESIA  
2020

# STRATEGI DIGITALISASI SARPRAS MENINGKATKAN KUALITAS PENGELOLAAN SARANA DAN PRASARANA SMK

ISBN 978-623-6065-05-1



Hak Cipta ©2020 pada penerbit, dengan susunan penulis sebagai berikut:

**Pengarah:**

Dr. Ir. M. Bakrun, MM | Direktur Sekolah Menengah Kejuruan

**Penanggung Jawab:**

Dr. Arie Wibowo Khurniawan, S.Si, M.Ak | Perencana Ahli Madya

**Penyunting:**

Wafi Risdianti | Staf Pelaksana Bidang Sarana dan Prasarana

Adik Apriliyadi | Staf Pelaksana Bidang Sarana dan Prasarana

**Tim Penulis:**

Hernita, ST, M.Sc | Widyaprada Ahli Muda (Anggota)

Arie Wibowo Khurniawan, S.Si, M.Ak | Perencana Ahli Madya (Sekretaris)

Suharto, SE., MM | Widyaprada Ahli Muda (Anggota)

Lina Marlina | Tali Writing (Anggota)

Christina Yunita Setyaningsih., S.T | Staf Pelaksana Bidang Sarana dan Prasarana (Anggota)

Niken Dwiyanthi., S. Ars | Staf Pelaksana Bidang Sarana dan Prasarana (Anggota)

**Penelaah:**

Sutikno | Staf Pelaksana Bidang Sarana dan Prasarana

Supriyanta Wibawa | Staf Pelaksana Bidang Sarana dan Prasarana

**Penata Letak:**

Slamet Priyadi | Staf Pelaksana Bidang Sarana dan Prasarana

Gustriza Erda | Staf Pelaksana Bidang Sarana dan Prasarana

**Ilustrasi:**

Tanti Sandora | Staf Pelaksana Bidang Sarana dan Prasarana

Farhan Savero | Staf Pelaksana Bidang Sarana dan Prasarana

**Sekretariat:**

Tsana Tsauzan., SE | Staf Pelaksana Bidang Sarana dan Prasarana

Raka Mahandika | Staf Pelaksana Bidang Sarana dan Prasarana

**Hak Cipta dilindungi undang-undang**

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun, baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotocopy, merekam atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penerbit.

**Penerbit:**

DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN

DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN VOKASI

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

Jalan Jenderal Sudirman Gedung E Lantai 12 - 13 Senayan, Jakarta 10270

Telepon: 5725477 (hunting), 5725471-74, Faksimile: 5725049, 5725467

Laman: <http://smk.kemdikbud.go.id>

Email : sarana@ditpsmk.net

## KATA PENGANTAR



Puji serta syukur kita panjatkan ke Hadirat Allah Swt. yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga buku berjudul, “**Strategi Digitalisasi Sarpras SMK**” telah dapat diselesaikan.

Sesuai dengan judulnya, buku ini diharapkan dapat menjadi salah satu panduan tambahan bagi SMK-SMK di Indonesia, untuk menerapkan digitalisasi sarana dan prasarana di satuan pendidikannya. Upaya ini sangat penting terutama untuk meningkatkan kualitas pengelolaan sarana dan prasarana SMK. Karena sarpras yang dikelola secara baik juga turut andil dalam meningkatkan kualitas pendidikan, dan itu berarti juga berperan dalam menciptakan lapangan pekerjaan, mengentaskan masalah ekonomi, dan mengangkat harkat dan martabat bangsa.

Buku ini berisi berbagai informasi dan panduan strategi bagaimana melakukan digitalisasi sarpras. Agar lebih jelas, mudah dimengerti dan dipahami, dalam buku ini juga terdapat ilustrasi-ilustrasi yang menggambarkan kegiatan pengelolaan sarana dan prasarana.

Buku ini tentu saja masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kami mengharapkan kritik dan saran bagi penyempurnaan buku ini. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

*Wassalammu’alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Jakarta, 30 November 2020

**Direktur Sekolah Menengah Kejuruan**



**Dr. I. M. Bakrun, M.M**

**NIP. 19650412199021002**



# DAFTAR ISI

<b>BAGIAN 1   DIGITALISASI PENDIDIKAN</b> .....	1
1. <i>New Learning</i> untuk Revolusi Industri 4.0 .....	3
2. Karakteristik <i>New Learning</i> .....	7
3. Pembelajaran SMK berbasis Digital .....	10
<b>BAGIAN 2   DIGITALISASI SARPRAS</b> .....	15
1. Sarpras dan Era Digital .....	15
2. Urgensi Digitalisasi dalam Sarpras SMK .....	17
3. Standar Sarpras untuk DUDI .....	18
4. <i>Computational Thinking (CT)</i> dan Pembelajaran STEM .....	39
<b>BAGIAN 3   PANDUAN DESAIN DIGITALISASI SARPRAS</b> .....	45
1. Pilar Revolusi Industri 4.0 .....	46
2. Pemanfaatan Virtual Laboratory Untuk Memperkuat Penguasaan .....	50
3. Simulator VR Di Sekolah .....	53
4. Optimalisasi Peralatan TIK Sekolah Dalam Mendukung Pembelajaran Modern .....	82
5. Pengembangan Fasilitas Sekolah Untuk Menyiapkan Digital Talent dan Employability Skills .....	87
6. Sarpras Untuk Meningkatkan Skill Pemikiran Komputasi dan .....	94
<b>BAGIAN 4   PRAKTIK BAIK DIGITALISASI SARPRAS</b> .....	103
SMK Raden Umar Said Kudus .....	105
SMK PGRI 2 Ponorogo.....	123
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	139



# BAGIAN 1

## DIGITALISASI PENDIDIKAN

*Pendidikan terkadang dipandang sebagai sektor yang resisten terhadap perubahan, namun pada saat yang sama dihadapkan pada krisis produktivitas dan efisiensi. “Inovasi” dapat membantu meningkatkan kualitas pendidikan dan memberikan lebih banyak keuntungan dalam kondisi tekanan anggaran dan permintaan (demand) yang meningkat. (OECD)*

**TERJADINYA** revolusi industri yang terus berkembang mendorong perubahan pada teknologi digital. Perkembangan dunia digital sangat dinamis, tidak hanya “mempengaruhi”, bahkan “mengubah” gaya hidup masyarakat dengan tanpa dan sulit dihindari sehingga bermuara pada tuntutan inovasi di berbagai sektor.

Digitalisasi pendidikan merupakan sebuah inovasi sistem pendidikan yang merujuk pada transformasi atau perubahan sistem ke arah digital dengan menggunakan teknologi. Digitalisasi pendidikan sebagai sebuah inovasi sangat diperlukan karena hal-hal berikut:

- Meningkatkan hasil belajar. Tren baru dalam pembelajaran saat ini sangat bergantung pada cara-cara baru mengatur sekolah dan penggunaan TIK.
- Pendidikan dianggap sebagai sarana untuk meningkatkan kesetaraan, dan inovasi membantu meningkatkan kesetaraan dalam akses pendidikan, juga kesetaraan dalam hasil pembelajaran.
- Merangsang penyediaan layanan (pendidikan) secara lebih efisien dalam meminimalisir biaya dan memaksimalkan kekuatan serta peluang.
- Pendidikan harus tetap relevan dalam menghadapi perubahan cepat pada masyarakat dan perekonomian nasional

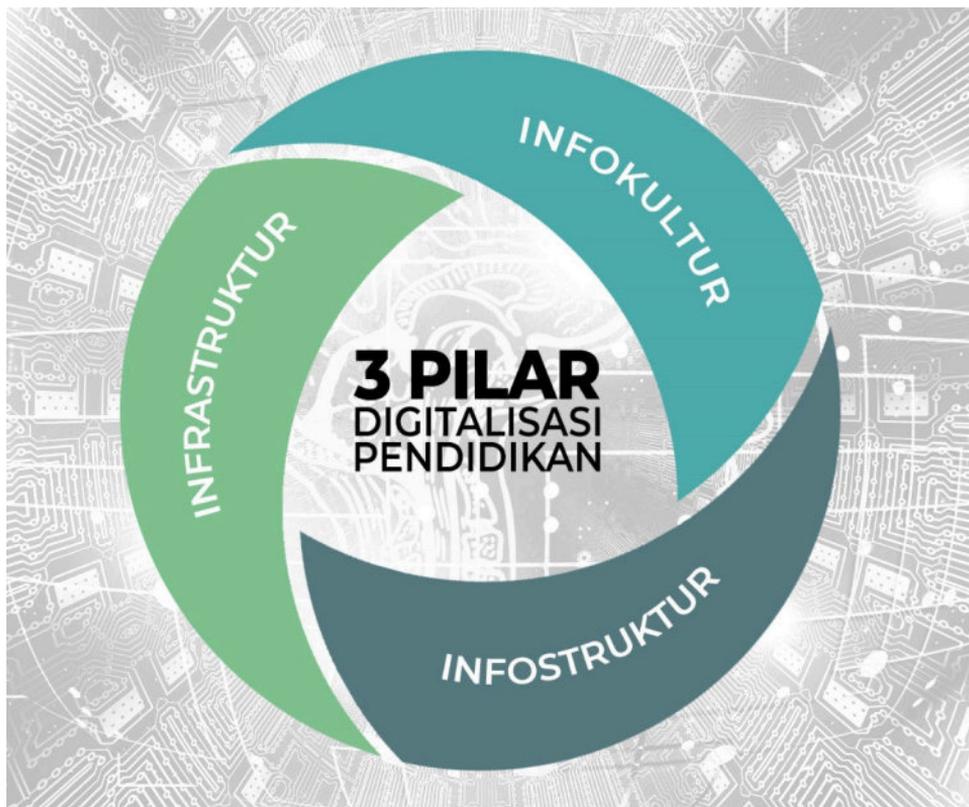
Jadi, digitalisasi pendidikan di era revolusi industri 4.0 ini sangat diperlukan untuk meningkatkan mutu pendidikan/pembelajaran sehingga dapat menghasilkan lulusan yang sesuai dengan kebutuhan dunia usaha/ industri.

Lebih lanjut ada tiga pilar utama dalam rangka mensukseskan digitalisasi pendidikan yaitu infrastruktur, infokultur dan infostruktur (Adella, 2019):

*Pertama*, infrastruktur merupakan perangkat pendukung digitalisasi pendidikan yang terkait dengan teknologi digital. Dukungan infrastruktur ini setidaknya harus sampai memadai karena dapat mendukung proses pembelajaran sehingga menjadi lebih lancar.

*Kedua*, infokultur berkaitan dengan karakteristik informasi yang cenderung beredar sangat cepat, hal tersebut mengakibatkan perubahan pada “*student centred learning*” karena pendidik bukan lagi sebagai satu-satunya sumber informasi dalam proses pembelajaran.

*Ketiga*, infostruktur berkaitan dengan “muatan” data yang tersebar di dunia digital sebagai sumber informasi (big data).



Kehadiran ketiga pilar di atas memungkinkan pembelajaran menjadi aktif, kreatif dan konstruktif yang pada akhirnya bermuara pada peningkatan mutu pendidikan secara keseluruhan.

### 1. *New Learning* untuk Revolusi Industri 4.0

Revolusi industri 4.0 atau disebut juga era disrupsi teknologi, revolusi digital, atau revolusi industri generasi ke-4 ditandai adanya pengkolaborasi antara teknologi cyber dan teknologi otomasi dengan konsep penerapan berpusat pada otomasi yang dilakukan teknologi. Kondisi ini memberi peluang dan tantangan baru pada kehidupan manusia, termasuk pada dunia pendidikan.

Pada dasarnya terdapat 9 macam teknologi yang menjadi pilar revolusi industri 4.0 yaitu:

- a. *Internet of Thing (IoT)* merupakan suatu sistem yang terhubung & terintegrasi antara satu dengan yang lainnya melalui jaringan internet. *Internet of Things (IoT)* memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan dalam mendukung proses pembelajaran yang lebih efektif, misalnya dalam meningkatkan interaktifitas antara pendidik, peserta didik dan berbagai sumber belajar.
- b. *Artificial intelligence* merupakan merupakan teknologi komputer atau mesin yang memiliki kecerdasan layaknya manusia sehingga membuat pekerjaan manusia menjadi lebih mudah. Begitu pula dalam pendidikan, artificial intelligence membuat proses belajar menjadi lebih efektif di mana peserta didik jadi lebih mudah memahami apa yang telah dijelaskan guru.
- c. *Cloud computing* merupakan teknologi yang menjadikan internet sebagai pusat pengelolaan data dan aplikasi dan komputer diberikan hak akses (login) untuk bisa konfigurasi server melalui internet.
- d. *Big data* merupakan istilah yang menggambarkan volume data yang besar dan kompleks (baik data yang terstruktur maupun data yang tidak terstruktur). Pemanfaatan big data di sektor pendidikan yaitu diperolehnya informasi mendalam tentang kondisi peserta didik, proses pembelajaran dan informasi lainnya yang mendukung pengambilan keputusan untuk membantu meningkatkan keberhasilan peserta didik maupun lembaga.
- e. *Augmented reality* merupakan teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi ataupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan

nyata, lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata. Dalam dunia pendidikan, teknologi *augmented reality* ini dimanfaatkan untuk memvisualisasikan konsep abstrak dan mendeskripsikan struktur suatu objek demi pemahaman peserta didik baik dengan ada atau tidaknya pendidik secara langsung.

- f. *Cyber security* merupakan upaya untuk melindungi informasi dari adanya cyber attack yang meliputi hardware, software, data pribadi maupun data lembaga/ institusi.
- g. *Simulation* atau simulasi merupakan cara untuk menduplikasi ciri, tampilan dan karakteristik dari sesuatu yang nyata. Berkaitan dengan perkembangan digital yang terjadi saat ini, simulasi yang dimaksud adalah simulasi digital. Simulasi digital dalam pembelajaran digunakan sebagai metode pembelajaran yang menggunakan teknologi informasi dan komunikasi melalui pengembangan bahan ajar berbasis web.
- h. *Additive manufacturing* atau 3D printing merupakan proses pembuatan benda padat tiga dimensi dari file digital. Pencetakan 3D memungkinkan untuk menghasilkan bentuk yang kompleks (fungsional) dan unik dengan menggunakan lebih sedikit bahan daripada metode pabrikan tradisional.
- i. *System integration* merupakan rangkaian yang menggabungkan komponen sub sistem dalam satu sistem yang menjamin setiap fungsi dapat berfungsi sebagai kesatuan dari sebuah sistem. Integrasi teknologi informasi dan komunikasi dalam kehidupan saat ini mengubah kondisi di berbagai sektor, termasuk sektor pendidikan

Mutu SDM merupakan jawaban dari tantangan revolusi industri 4.0 yang terjadi saat ini, dan pendidikan memiliki andil yang besar dalam mencetak SDM unggul. Sejumlah pakar mengemukakan *skill* yang harus dimiliki di era industri 4.0 ini yaitu sebagai berikut:

- a. Keterampilan belajar dan inovasi (*learning and innovation skills*) yang meliputi berpikir kritis & pemecahan masalah (*critical thinking & problem solving*), kreativitas & inovasi (*creativity & innovation*) dan komunikasi & kolaborasi (*communication & collaboration*).
- b. Keterampilan teknologi, media dan informasi (*information, media & technology skills*). Keterampilan ini meliputi literasi informasi (*information literacy*), literasi media (*media literacy*) dan literasi TIK (*information, communications & technology literacy*)
- c. Keterampilan hidup & karir (*life & career skills*). keterampilan ini meliputi fleksibilitas & adaptasi (*flexibility & adaptability*), inisiatif & pengarahan diri sendiri (*initiative & self-direction*), keterampilan sosial & lintas budaya

(social & cross-cultural skills), produktivitas & akuntabilitas (*productivity & accountability*) dan kepemimpinan & tanggung jawab (*leadership & responsibility*).

## Keterampilan Abad 21



Perkembangan teknologi digital dan tuntutan keterampilan abad 21 ini berimplikasi pada pergeseran pelaksanaan pembelajaran yang merupakan *core business* dunia pendidikan yaitu pergeseran dari pembelajaran konvensional ke pembelajaran baru (*new learning*).

*New learning* sebagai wujud penerapan teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran perlu dikembangkan karena dapat mendukung dan meningkatkan mutu pendidikan serta mempersiapkan generasi muda untuk bekerja di sektor/ pekerjaan baru yang tercipta di masa depan.

Pada dasarnya *new learning* yang sering juga diidentikan dengan e-learning merupakan suatu kontinum yang dikategorikan pada 3 hal berikut (Noirid, 2007):



**Gambar Kontinum e-Learning**

- *Adjunct* yaitu pembelajaran tatap muka (tradisional) yang ditunjang dengan sistem penyampaian secara daring.
- *Mixed/blended* yaitu pembelajaran yang menempatkan sistem secara daring sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari proses pembelajaran secara keseluruhan.
- *Fully* daring yaitu proses pembelajaran yang dilakukan sepenuhnya secara daring.

Dari kategori-kategori di atas, pelaksanaan *e-learning* yang selanjutnya disebut dengan *new learning* dapat disesuaikan dengan tujuan pembelajaran, kondisi peserta didik, kemampuan menggunakan media pembelajaran juga ketersediaan fasilitas dan infrastruktur pendidikan.

Untuk mendukung sistem *new learning* dalam mengembangkan keterampilan-pengetahuan abad 21 diperlukan unsur-unsur di bawah ini:

Standar dan penilaian (*srstandards and assessment*) berkaitan dengan penerapan prinsip keseimbangan dari penilaian yaitu penilaian formatif dan penilaian sumatif; menekankan umpan balik yang berguna untuk kinerja peserta didik dalam pembelajaran sehari-hari; menerapkan keseimbangan teknologi yang disempurnakan dengan mengukur penguasaan peserta didik; serta mengembangkan portofolio pekerjaan peserta didik yang menunjukkan penguasaan keterampilan abad ke-21.

Kurikulum dan proses pembelajaran (*curriculum and instruction*) berkaitan dengan mengajarkan keterampilan abad ke-21, berfokus pada penyediaan kesempatan untuk menerapkan keterampilan abad ke-21 di seluruh wilayah konten dan pendekatan berbasis kompetensi untuk belajar; menerapkan metode pembelajaran inovatif yang mengintegrasikan penggunaan teknologi; dan mendorong integrasi sumber daya masyarakat.

Pengembangan profesionalisme pendidik (*professional development*) berkaitan dengan dorongan kepada pendidik atau guru untuk menangkap peluang dalam mengintegrasikan keterampilan abad 21 ke dalam proses

pembelajaran; menerapkan pembelajaran berbasis proyek; menerapkan pemahaman yang mendalam dalam pembelajaran sehingga peserta didik memiliki keterampilan dalam menyelesaikan masalah, berpikir kritis, dan keterampilan abad ke-21 lainnya; menjadi model di kalangan peserta didiknya dalam mempromosikan keterampilan abad ke-21; mengidentifikasi gaya belajar, kecerdasan, kelebihan dan keterbatasan peserta didiknya; menggunakan beragam strategi untuk mencapai tujuan pembelajaran dan lingkungan belajar yang kondusif; mengevaluasi secara terus menerus pengembangan keterampilan abad 21 pada peserta didik; berbagi pengetahuan di antara komunitas praktisi baik dengan tatap muka, virtual maupun daring; terakhir pengembangan keprofesian berkelanjutan.

Lingkungan belajar (*learning environment*) berkaitan dengan kolaborasi antar pendidik untuk berbagi praktik terbaik dalam mengintegrasikan keterampilan abad ke-21 pada proses pembelajaran; mendorong peserta didik untuk belajar secara relevan dengan konteks abad 21 misalnya melalui pembelajaran berbasis proyek; memberikan akses yang merata untuk alat belajar yang berkualitas, teknologi dan SDMnya; menyediakan desain arsitektur dan interior abad 21; memperluas dukungan masyarakat dan keterlibatan internasional dalam belajar, baik secara luring maupun daring.

## 2. Karakteristik *New Learning*

*New learning* disiapkan dalam rangka menghadapi revolusi industri 4.0. Adanya *new learning* ini dapat meningkatkan minat peserta didik dalam pembelajaran melalui konten atau sumber belajar yang bervariasi, juga model pembelajaran guru yang menarik, sehingga hal tersebut berdampak pada peningkatan hasil belajar peserta didik. Beberapa karakteristik *new learning* yaitu:

- a. *Student centred learning* merupakan model pembelajaran yang menempatkan peserta didik sebagai “pusat” pada proses belajar. Dalam pembelajaran *student centred learning*, peserta didik aktif dan mandiri dalam proses belajarnya, bertanggung jawab dan berinisiatif dalam mengenali kebutuhan belajarnya, menemukan sumber-sumber informasi untuk dapat menjawab kebutuhannya, membangun serta mempresentasikan pengetahuannya berdasarkan kebutuhan serta sumber-sumber yang ditemukannya dan dalam batas-batas tertentu peserta didik bisa memilih sendiri apa yang akan dipelajarinya. Dalam sebuah penelitian dari Asoodeh dkk (2012) ditemukan bahwa adanya

- pengaruh signifikan dari penerapan model student centred learning terhadap prestasi akademik dan keterampilan sosial dasar peserta didik.
- b. Penggunaan multimedia. Penggunaan multimedia dalam pembelajaran dapat menciptakan suasana belajar kreatif dan inovatif tanpa mengurangi tujuan belajar yang sesungguhnya dan tentunya dapat menciptakan suasana belajar yang menarik bagi peserta didik. Dengan menarik perhatian peserta didik pada proses pembelajaran, tentulah motivasi belajar akan meningkat demikian pula dengan pemahaman akan konsep materi pelajaran, yang tentu hal tersebut berdampak pada kualitas pembelajaran yang meningkat pula (Surasmi, 2016).
  - c. *Collaborative work* atau di dunia pendidikan dikenal juga dengan *colaborative learning* (pembelajaran kolaboratif) yaitu sebuah pendekatan pembelajaran yang melibatkan kelompok peserta didik untuk bekerja sama dalam memecahkan masalah, menyelesaikan tugas, atau membuat produk (Gerlach, 1994). Pendekatan *colaborative learning* memiliki beberapa keunggulan di antaranya yaitu membantu dalam meningkatkan prestasi belajar, memperdalam pemahaman, menciptakan belajar yang lebih menyenangkan, mengembangkan keterampilan kepemimpinan, meningkatkan sikap positif, meningkatkan harga diri, belajar secara inklusif, menanamkan rasa saling memiliki dan mengembangkan keterampilan masa depan.
  - d. *Information exchange*. Dalam *new learning*, pemanfaatan teknologi digital memudahkan proses pengolahan dan pertukaran informasi bahkan dalam jarak jauh sehingga menciptakan interkoneksi antar manusia dan memudahkan mencari informasi dengan jangkauan yang lebih luas dari berbagai sumber. Hal tersebut berimplikasi pada kecenderungan pendekatan pembelajaran yang lebih menggunakan *student centred learning* dengan peran pendidik sebagai fasilitator.
  - e. *Critical thinking*. Informasi yang beredar di era ini sangat melimpah ruah maka untuk dapat menjangkau informasi yang akurat diperlukan kemampuan berpikir kritis yaitu kemampuan berpikir secara jernih dan rasional dalam mengolah informasi serta memahami hubungan logis antar gagasan. Secara sederhana kemampuan ini diperlukan supaya para generasi terhindar dari berita-berita hoaks dan di sisi lainnya mereka mampu menghadapi situasi dan kondisi yang penuh ketidakpastian di masa depan.
  - f. *Decision making*. Kemampuan mengambil keputusan menjadi sangat krusial di saat informasi yang tersebar berlimpah ruah (*big data*), karena tidak hanya diperlukan kemampuan berpikir logis atau rasional, lebih dari itu pengolahan informasi harus menghasilkan keputusan (*decision*

making) sebagai solusi dari masalah yang sedang dihadapi dan/ atau tujuan yang akan dicapai..

Dengan karakteristik *new learning* sebagaimana diuraikan di atas, diharapkan proses pembelajaran dapat berlangsung secara aktif, kumulatif, konstruktif, diarahkan pada tujuan, diagnostik, reflektif, berorientasi pada penemuan, kontekstual, berorientasi pada masalah, sosial dan motivasi intrinsik dan menghasilkan lulusan/ output pendidikan yang sesuai dengan tuntutan dunia usaha/ industri (DU/DI).



### 3. Pembelajaran SMK berbasis Digital

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) adalah salah satu lembaga pendidikan yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan tenaga kerja pada level menengah di dunia usaha/ industri (DU/DI). Berdasarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2012 Tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia dijelaskan bahwa deskripsi kualifikasi pada level 2 (capaian pembelajaran lulusan pendidikan menengah) meliputi (1) Mampu melaksanakan satu tugas spesifik, dengan menggunakan alat, dan informasi, dan prosedur kerja yang lazim dilakukan, serta menunjukkan kinerja dengan mutu yang terukur, di bawah pengawasan langsung atasannya; (2) Memiliki pengetahuan operasional dasar dan pengetahuan faktual bidang kerja yang spesifik, sehingga mampu memilih penyelesaian yang tersedia terhadap masalah yang lazim timbul; (3) Bertanggung jawab pada pekerjaan sendiri dan dapat diberi tanggung jawab membimbing orang lain.

Seiring dengan perkembangan zaman yang memasuki era revolusi industri 4.0, terjadi perubahan permintaan lulusan SMK dari dunia usaha dan industri (DU/DI). Hal tersebut berdampak pada proses pembelajarannya, selain upaya link and match kurikulum sekolah dengan dunia usaha/ industri (DU/DI), pengadaan program *teaching factory*, magang (*on the job training*), hal yang tidak bisa dihindari adalah perubahan paradigma pembelajaran di SMK yaitu pergeseran dari pembelajaran konvensional menuju pembelajaran berbasis digital atau disebut juga *new learning*.

Sebagaimana dijelaskan sebelumnya bahwa model pembelajaran berbasis digital (*new learning*) merupakan proses pembelajaran yang memiliki karakteristik berpusat pada peserta didik, kolaborasi, interkoneksi antar individu, berpikir kritis, kemampuan pengambilan keputusan dan pemanfaatan multimedia dalam pembelajaran. Dengan karakteristik tersebut, pembelajaran berbasis digital memberikan banyak manfaat di antaranya menampilkan informasi/ materi belajar dengan cara baru dan menarik yaitu dengan menggunakan perangkat teknologi, meningkatkan kemampuan belajar mandiri, memberi fleksibilitas dalam memilih waktu dan tempat untuk belajar, efisiensi biaya bagi administrasi penyelenggara maupun peserta didik (dalam hal ini biaya transportasi dan akomodasi), juga dapat meningkatkan angka partisipasi kasar (APK) dan lain-lain.

Pada umumnya pola pembelajaran berbasis digital atau yang disebut Riyana (tt) sebagai pembelajaran bermedia menekankan pada peran media sebagai sumber informasi utama dalam kegiatan pembelajaran. Dengan kata lain, pembelajaran ini memberikan keleluasan lebih kepada media untuk secara

langsung berinteraksi dengan peserta didik, sedangkan guru lebih berperan sebagai fasilitator dan evaluator pembelajaran.

Sebagaimana sistem pembelajaran berbasis digital pada umumnya, pembelajaran berbasis digital di SMK juga dapat dideskripsikan dalam sebuah alur dari input, proses dan output.

- Input pembelajaran terdiri dari peserta didik (baik siswa maupun mahasiswa) yang menjadi “subyek belajar” (individu yang memiliki kesadaran kritis yang diharapkan mampu membangkitkan kesadaran untuk peduli dan kritis terhadap berbagai macam persoalan yang terjadi lingkungan sosial).
- Proses. Pelaksanaan *new learning* di SMK memiliki variasi sesuai dengan setting pembelajaran yang digunakan di antaranya yaitu pembelajaran sinkron (*synchronous learning*) dan asinkron (*asynchronous learning*) (Naidu, 2006).
- Output. Dengan menekankan pada proses pembelajaran yang bermakna (mata pelajaran sebagai alat bukan tujuan) dengan pemilihan setting pembelajaran yang sesuai, diharapkan SMK dapat menghasilkan output/ lulusan unggul. Lebih detail lagi berkaitan dengan era revolusi industri 4.0 ini, lulusan SMK dapat memenuhi standar keterampilan abad ke-21 sehingga individu dapat survive dan berhasil di masa sekarang maupun masa depan.

Dari jenis-jenis setting (pembelajaran) yang ada pada tahap proses, pembelajaran bisa dilakukan dengan sinkron langsung, sinkron maya, asinkron mandiri dan asinkron kolaboratif (Ramadhan dkk, 2018). Berikut penjelasannya:

- Sinkron Langsung (SL) adalah pembelajaran yang dilakukan dalam situasi di mana pendidik dan peserta didik dalam lokasi/ ruang dan waktu yang sama atau pembelajaran tatap muka langsung misalnya dalam praktik lapangan, workshop dan sebagainya.
- Sinkron Maya (SM) adalah pembelajaran yang terjadi dalam situasi dimana antara peserta didik dan pendidik berada pada waktu yang sama tetapi tempat berbeda-beda satu sama lain, ini dapat dilakukan melalui teknologi sinkron. Aktivitas dalam setting pembelajaran Sinkron Maya (SM) ini bisa berupa web based seminar (webinar), konferensi audio, konferensi video dan kelas virtual.
- Asinkron Mandiri (AM) adalah pembelajaran yang terjadi dalam situasi belajar mandiri secara daring, aktivitas pembelajaran ini diantaranya

adalah membaca, mendengar (audio, audiocast), menonton (video, webcast), mensimulasikan, studi daring, publikasi/ jurnal (wiki, blog, dll) dan latihan dengan memanfaatkan obyek belajar (materi digital) tertentu yang relevan.

- Asinkron Kolaboratif (AK) adalah pembelajaran yang terjadi dalam situasi kolaboratif yang melibatkan lebih dari satu orang antara peserta didik dengan peserta didik lainnya atau orang lain sebagai narasumber. Aktivitas dalam setting pembelajaran Asinkron Kolaboratif (AK) di antaranya partisipasi dalam diskusi melalui forum diskusi daring, mengerjakan tugas individu/ kelompok melalui penugasan daring, ublikasi individu atau kelompok (melalui wiki, blog, dll) dan sebagainya.

Selain itu, dalam praktik pembelajaran berbasis digital di pendidikan kejuruan pada sebuah negara, keberhasilan pembelajaran berbasis digital ini tidak terlepas dari enam elemen berikut ini:

- Infrastruktur meliputi software, hardware dan administrator sistem khusus.
- Kepemimpinan dan praktik tata kelola meliputi dukungan dari pimpinan sekolah dan penyusunan program secara eksplisit dalam rencana strategis
- Kolaborasi dan jaringan meliputi penggunaan platform pembelajaran daring, Wi-Fi dan penyimpanan berbasis *cloud*.
- Konten dan kurikulum meliputi mutu guru, hak milik digital & kebijakan keamanan jaringan dan penggunaan repositori *open-sources* oleh guru.
- Praktik belajar mengajar meliputi komitmen dalam pembelajaran digital dan penggunaan situs media sosial sebagai sarana komunikasi.
- Penilaian meliputi *assessment* yang dilakukan di sistem manajemen pembelajaran melalui penggunaan alat dan fasilitas online.

Lebih lanjut, mengingat mata pelajaran di SMK terdiri dari beberapa kelompok mata pelajaran (kelompok normatif, adaptif dan produktif), sangat disarankan untuk melakukan kombinasi dalam pembelajaran di SMK antara setting pembelajaran sinkron dengan asinkron (*blended learning*).

Pembelajaran *blended (blended learning)* merupakan salah satu bentuk e-learning atau pembelajaran berbasis digital (Chaeruman, 2017). Menurut Piskurich (2006) *blended learning* merupakan kombinasi komponen dari aspek pembelajaran sinkron dan asinkron dengan tujuan tercapainya efektifitas belajar yang maksimum. Sementara Throne (2003)

mendefinisikan *blended learning* sebagai suatu peluang dalam mengintegrasikan kemajuan inovasi dan teknologi yang ditawarkan secara daring dengan interaksi dan partisipasi yang ditawarkan dalam pembelajaran tradisional.

Berdasarkan definisi-definisi tersebut *blended learning* menjadi penting diterapkan di SMK, karena kelemahan dari setting pembelajaran yang satu dapat diatasi dengan kelebihan setting pembelajaran lain, begitu juga sebaliknya.





## BAGIAN 2

# DIGITALISASI SARPRAS

**DALAM** Peraturan Pemerintah Nomor 13 Tahun 2015 tentang Standar Nasional Pendidikan dijelaskan bahwa standar nasional pendidikan merupakan kriteria minimal tentang sistem pendidikan di seluruh wilayah hukum Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) yang meliputi standar isi, standar kompetensi lulusan, standar proses, standar pendidik dan tenaga kependidikan, standar sarana dan prasarana, standar pengelolaan, standar pembiayaan dan standar penilaian pendidikan. Berdasarkan peraturan pemerintah tersebut, sarana dan prasarana adalah bagian standar nasional yang mendukung penyelenggaraan pendidikan.

Di era revolusi industri 4.0 ini, teknologi telah menciptakan lingkungan belajar global terstandar yang menempatkan peserta didik di tengah proses pembelajaran yang dikelilingi oleh berbagai sumber belajar dan layanan belajar elektronik. Sebagaimana pelaksanaan *new learning* atau *e-learning* yang menjadi tipe pembelajaran di era digital sangat terkait erat dengan pemanfaatan media digital sebagai sarana pendukung. Oleh karena itu, demi menjaga dan meningkatkan kondusifitas pelaksanaan *new learning*, Pemerintah RI menginisiasi “digitalisasi sarpras”. Tujuannya adalah untuk mereformasi proses belajar mengajar, bahkan lebih jauh lagi meningkatkan mutu pendidikan secara keseluruhan. Hal ini tentu tidak terlepas dari dukungan Sumber Daya Manusia (SDM) yang memadai.

### 1. Sarpras dan Era Digital

Di era digital, dunia seolah dalam genggaman, karena memungkinkan setiap orang untuk mengakses informasi dan melakukan semua aktivitasnya hanya dengan menggunakan *smartphone* yang terhubung dengan jaringan internet. Efek perubahan seperti ini tidak terkecuali terjadi pada dunia pendidikan, terutama dalam masalah pembelajaran yang menjadi *core business*

pendidikan yaitu perubahan dari pembelajaran konvensional kepada pembelajaran jarak jauh berbasis daring (*online*) atau dalam hal ini disebut dengan *new learning*.

*New learning* memungkinkan pembelajaran dilakukan tanpa tatap muka langsung di kelas, melainkan pendidik dan peserta didik berada dalam waktu dan tempat berbeda (*setting* pembelajaran asinkron) dan proses interaksi dalam pembelajaran dihubungkan dengan media digital. Hal inilah yang mendorong dilakukannya digitalisasi sarpras.

Digitalisasi sarpras merupakan proses alih media (*sarpras* pendidikan) dari bentuk fisik menjadi bentuk digital sehingga dapat mendukung proses pembelajaran baru (*new learning*).

Digitalisasi sarpras dalam kelas maya memungkinkan kegiatan pembelajaran dapat diakses kapanpun dan di manapun selagi ada jaringan internet misalnya dengan menggunakan *platform e-learning* atau aplikasi pembelajaran daring.



Selain itu, digitalisasi sarpras juga dapat mendukung akses informasi yang sangat luas dan cepat oleh peserta didik baik melalui media pembelajaran digital dan/atau sumber-sumber belajarnya.

Lebih jauh lagi, digitalisasi sarpras di SMK dapat memfasilitasi kegiatan praktikum peserta didik ruang praktik dan laboratorium virtual. Dari riset teknik ditemukan bahwa laboratorium virtual dapat membantu mengatasi berbagai permasalahan di SMK terutama untuk mata pelajaran produktif kejuruan dengan peralatan yang mahal dan berbahaya.

Digitalisasi sarpras ini juga tidak terlepas dari infrastruktur digital semacam perpustakaan digital (*e-library*). Perpustakaan digital merupakan perpustakaan yang sebagian koleksi maupun keseluruhannya dalam bentuk digital dan dapat diakses secara online. Dengan sifatnya yang demikian perpustakaan digital dapat diakses kapan saja, sehingga memudahkan pengguna dalam mencari sumber belajar dan/ atau referensi.

Begitu pula untuk tenaga pendidik dan tenaga kependidikannya bisa dibuat ruang kerja virtual yang dapat memudahkan kerja jarak jauh, mengelola jadwal kerja dan tetap terhubung dengan tim sehingga pekerjaan dapat terkontrol dengan baik.

## **2. Urgensi Digitalisasi dalam Sarpras Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)**

Pelaksanaan *new learning* di SMK menuntut adanya digitalisasi sarpras sebagai pendukung pelaksanaan pembelajaran, karena sarana dan prasarana pendidikan menjadi komponen integral dari kondisi pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai.

Berdasarkan hasil penelitian Miski (2005) mengenai pengaruh sarana dan prasarana terhadap hasil belajar peserta didik, diperoleh hasil bahwa terdapat pengaruh yang positif dan signifikan kondisi sarana dan prasarana terhadap hasil belajar peserta didik. Begitu pula penelitian dari Cuyvers & Weerds (2011) yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang mencolok dalam tingkat kepuasan antara peserta didik yang bersekolah dengan infrastruktur berkualitas baik dibandingkan dengan sekolah yang memiliki infrastruktur buruk.

Dengan kata lain, integrasi teknologi digital ke dalam sarpras pendidikan adalah sebuah keniscayaan. Minimnya sarpras yang sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dapat berdampak pada proses pembelajaran yang monoton dan membuat peserta didik menjadi

kalah bersaing di dunia industri nantinya. Dari sinilah terlihat urgensi digitalisasi sarpras di SMK.

Adapun tujuan dan manfaat digitalisasi sarpras di SMK yaitu:

- Menyiapkan generasi Indonesia berdaya saing di era industri 4.0;
- Meningkatkan kualitas pembelajaran peserta didik;
- Memenuhi kebutuhan tenaga kerja yang kompeten sesuai dengan perkembangan IPTEK;
- Meningkatkan kompetensi guru guna dukung tujuannya dalam pembelajaran;
- Mendukung terlaksananya program-program PSMK dalam menyediakan ruang belajar, kelas industri, teaching factory, dan meningkatkan kompetensi peserta didik.

Sedangkan manfaatnya yaitu menciptakan proses pembelajaran di SMK yang kreatif, interaktif, mandiri, produktif dan berwawasan abad 21 sehingga menghasilkan lulusan yang mampu berdaya saing.

### 3. Standar Sarpras untuk DUDI

Dalam Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia No 03/M-IND/PER/1/2017 tentang Pedoman Pembinaan dan Pengembangan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) berbasis Kompetensi yang *Link and Match* dengan Industri dijelaskan bahwa program keahlian di SMK harus disesuaikan dengan kebutuhan industri yang kurikulumnya disusun berbasis kompetensi mengacu pada SKKNI bidang industri, standar nasional/ atau standar khusus. Berdasarkan peraturan menteri tersebut, penyelenggaraan SMK harus link and match dengan kebutuhan Dunia Usaha/ Industri.

Untuk bisa mewujudkan *link and match* tersebut diperlukan sarana dan prasarana atau fasilitas yang memadai untuk praktek dan latihan peserta didik dalam menerapkan ilmu pengetahuan. Berikut dijelaskan standar sarpras untuk Dunia Usaha/ Industri yang dideskripsikan berdasarkan bidang keahlian/ kompetensi keahlian di SMK:

#### a. Bidang Keahlian Pariwisata

##### 1) Kompetensi Keahlian Administrasi Perhotelan

Kompetensi Keahlian Akomodasi Perhotelan menyiapkan peserta didik untuk memiliki kemampuan pengetahuan dan keterampilan dalam bidang *front office* dan *house keeping*. Lebih khusus lagi, tujuan kompetensi keahlian Akomodasi Perhotelan adalah membekali

peserta didik dengan keterampilan, pengetahuan dan sikap agar kompeten dalam hal-hal berikut: (1) melaksanakan pekerjaan di lingkup *front office* yaitu sebagai *receptionist*, *reservation staff*, *telephone operator*, dan *porter*; (2) Melaksanakan pekerjaan di lingkup *housekeeping* yaitu sebagai *public area attendant*, *room attendant*, *order taker*, *linen* dan *uniform attendant*, serta *laundry attendant*.





Fasilitas yang harus tersedia untuk kompetensi keahlian Akomodasi Perhotelan adalah:

- Hotel simulation yang merepresentasikan kamar hotel secara real,
- Resepsionis,
- *Housekeeping Storage*,
- Laundry
- *Virtual clasroom* baik untuk yang mengambil kelas *front office* maupun *housekeeping*.

Sedangkan peralatan yang harus ada di antaranya yaitu *dry cleaning machine, washing machine, drying machine/ tumbler, linen trolley, steam ironing table, spot removing machine, body blown machine, vaccum cleaner (W/D), room attendant trolley cart, carpet soil extraction machine, polisher machine, three in one sofa cleaner, 3 speed blower, battery type sweeping machine, vaccum cleaner (D), cleaning cart, down press double mop wringer trolley, troli pengantar makanan, table manner* dan lain-lain.

## 2) Kompetensi Keahlian Tata Busana

Kompetensi Keahlian Tata Busana menyiapkan peserta didik untuk memiliki kemampuan pengetahuan dan keterampilan dalam pembuatan busana. Lebih khusus tujuan kompetensi keahlian Tata Busana adalah membekali peserta didik dengan keterampilan, pengetahuan dan sikap agar kompeten dalam hal-hal berikut: desain busana, pembuatan hiasan busana, pembuatan busana costume made, pembuatan busana industri dan sebagainya.



Fasilitas yang harus tersedia untuk kompetensi keahlian Tata Busana adalah:

- Lab desain,
- Lab *custom made*,
- Lab produksi dan
- *Catwalk*.

Sedangkan peralatan yang harus ada di antaranya yaitu komputer desain grafis, *intuos art*, printer inkjet, mesin jahir jarum 1, mesin jahir jarum 2, mesin obras jarum 5, mesin overdeck jarum, mesin barteck, *snap button*, mesin lubang kancing, mesin pasang kancing, mesin press, bordir digital 4 kepala, setrika upa, steamer, mesin potong (pisau potong), meja pola, meja potong, meja line garmen, meja *quality control* dan *finishing*, meja *finishing* dan sebagainya.

### 3) Kompetensi Keahlian Tata Kecantikan

Kompetensi keahlian Tata Kecantikan menyiapkan peserta didik untuk memiliki kemampuan pengetahuan dan keterampilan dalam perawatan dan rias kulit maupun rambut. Lebih khusus tujuan kompetensi keahlian Tata Kecantikan adalah membekali peserta didik dengan keterampilan, pengetahuan dan sikap agar kompeten dalam hal-hal berikut: facial manual, facial teknologi, manicure, pedicure, spa / *body treatment*, *breast treatment*, rias panggung, rias karakter, rias pengantin, creambath, hair mask, hair SPA, pewarnaan rambut, pengeritingan, *smooting*, sanggul, dan lain-lain.



Fasilitas yang harus tersedia untuk kompetensi keahlian Tata Kecantikan adalah:

- ruang perawatan kulit dan wajah,
- ruang kecantikan dan tata rambut,
- *beautician room*,
- ruang ganti,
- ruang ganti,
- resepsionis.

Sedangkan peralatan yang harus ada di antaranya yaitu *facial stool, massage & facial beauty bed, trolley, sauna wooden cabin, magnifying lamp, multifunction instrument, bathtub, double towel warmer, UV sterilizer, manicure hand rest, kursi manicure, meja manicure, kursi dan bak podicure, double wax heater 1006b, heater 6 liter 230v, 36 pcs deluxe full, massage stone set, 3 part infrared sauna blanket, luxury electro stimulation instrument, G5 slimming, foot spa water heater, hydraulic barber chair, shampoo chair, hair steamer, hair trolley, hair dryer, cermin, cermin rias, kursi rias dan lain-lain.*

#### 4) Kompetensi Keahlian Kuliner

Kompetensi keahlian Kuliner menyiapkan peserta didik untuk memiliki kemampuan pengetahuan dan keterampilan dalam bidang *restoran service, kitchen production, pastry and bakery* serta *entrepreneur*.

Lebih khusus tujuan kompetensi keahlian Kuliner adalah membekali peserta didik dengan keterampilan, pengetahuan dan sikap agar kompeten dalam hal-hal berikut: *Hygiene sanitation, kesehatan, keamanan dan keselamatan di tempat kerja, melakukan komunikasi dalam pelayanan jasa, melakukan persiapan pengolahan, mengolah makanan kontinental dan makanan indonesia, melayani makanan dan minuman, melakukan perencanaan hidangan harian untuk meningkatkan kesehatan, melakukan pengolahan makanan untuk kesempatan khusus, melakukan pengelolaan usaha jasa boga (kelas reguler), menyiapkan dan mengolah hidangan penutup (dessert) kelas wirausaha, pengembangan modal untuk kelas wirausaha, pengembangan modal, dan english principle. dan lain-lain.*



Fasilitas yang harus tersedia untuk kompetensi keahlian Kuliner adalah:

- Ruang beverages,
- Production kitchen,
- Cooking class,
- Mini restaurant,
- Bakery & pastry,
- Diswashing,
- Butcher chef room,
- Receiving,
- Storage.

Adapun peralatan yang harus ada di antaranya yaitu gas stove with table base, gas deep fryer, gas half groove griddle, gas salamander, gas kwali range with blower and soup ring, gas noodle boiler, gas rice steamer, undercounter chiller 2 doors, single sink W/ backplash W/ cross bracing, sauce table W/ 1 undershelf W/ backplash, working table W/ 1 under shelf, gas baking oven, proofer cabinet, bakery rack trolley, gas portable fryer, gas stove 2 burner W/ table base, planetary mixer, single sink W/ backplash W/ cross bracing, upright chiller 2 door, ipright freezer 2 door, undercounter chiller 2 doors, working table W/ marble W/ cross bracing dan lain-lain.

## **b. Bidang Keahlian Kemaritiman**

### **1) Kompetensi Keahlian Nautika Kapal Penangkapan Ikan**

Kompetensi keahlian Nautika Kapal Penangkapan Ikan menyiapkan peserta didik untuk memiliki kemampuan pengetahuan dan keterampilan dalam di bidang kenavigasian, teknik penangkapan, penanganan hasil tangkap serta pengendalian operasi kapal dan penanganan personil di kapal.

Lebih khusus tujuan kompetensi keahlian Nautika Kapal Penangkapan Ikan adalah membekali peserta didik dengan keterampilan, pengetahuan dan sikap agar kompeten dalam hal-hal berikut: perencanaan pelayaran, ilmu pelayaran datar, navigasi radar dan elektronik, dinas jaga/ P2TL, kompas magnet dan kompas gassing, olah gerak dan pengendalian kapal penangkap ikan, komunikasi, meteorologi dan oceonegrafi, manajemen kapal perikanan, bahan dan alat tangkap, produk kreatif dan kewirausahaan, kompetensi keahlian teknik kapal penangkapan ikan.

Facilitas yang harus tersedia untuk kompetensi keahlian Nautika Kapal Penangkapan Ikan adalah:

- Ruang bangsal kapal,
- Area kerja menjangka peta,
- Ruang kerja navigasi,
- Ruang server,
- Visual learning room.

Sedangkan peralatan yang harus tersedia di antaranya yaitu ship bridge simulator, marine autopilot, fish finder, electronic compass with GPS, marine radar with AIS, marine radar with ARPA, GPS plotter with echo sounder, CB transceiver, VHF transceiver, radio direction finder, MF/HF marine radio, SART (Search and Rescue Radar Transponder), EPIRB, navtex receiver, projection magnetic compass, gyro compass, weather station, marine nautical sextant dan lain-lain.

### **2) Kompetensi Keahlian Teknik Kapal Penangkapan Ikan**

Kompetensi keahlian Teknik Kapal Penangkapan Ikan menyiapkan peserta didik untuk memiliki kemampuan pengetahuan dan keterampilan dalam di bidang ilmu teknik mesin kapal dan teknik elektro kapal.

Lebih khusus tujuan kompetensi keahlian Teknika Kapal Penangkapan Ikan adalah: membekali peserta didik dengan keterampilan, pengetahuan dan sikap agar kompeten dalam menerapkan hukum laut, memahami bangunan kapal, memahami stabilitas kapal, menerapkan dasar-dasar elektronika, memahami mesin penggerak utama, menerapkan Keselamatan, Kesehatan Kerja (K3), melakukan pencegahan polusi lingkungan laut, menerapkan prosedur darurat dan SAR, melakukan pencegahan dan pemadaman kebakaran, menerapkan prosedur penyelamatan di kapal, menerapkan pelayanan medis di atas kapal, menerapkan hubungan kemanusiaan dan tanggungjawab sosial di atas kapal, mengoperasikan mesin penggerak utama kapal perikanan, melakukan perawatan mesin penggerak utama kapal perikanan, melakukan perawatan mesin bantu dek dan mesin bantu penangkapan, mengoperasikan dan merawat peralatan otomatis, mengoperasikan sistem kelistrikan kapal, mengoperasikan dan merawat sistem refrigerasi, melakukan kerja bengkel, melakukan dinas jaga mesin, memilih bahan teknik, menggambar teknik, menerapkan penanganan hasil tangkap, merawat alat penangkap ikan, menerapkan penangkapan ikan dengan berbagai alat tangkap.

Fasilitas yang harus tersedia untuk kompetensi keahlian Teknika Kapal Penangkapan Ikan adalah:

- Bengkel teknika kapal,
- Ship electrical,
- Engineer room
- Ship machinery operation.
- dan sebagainya

Adapun peralatan yang harus tersedia di antaranya yaitu ship machinery operation, motor diesel, motor bensin, instalasi poros baling-baling, basic electric training system, primary electrical lighting skills assessment training device, basic electronic trainer, MCU training set, motor & transformer maintenance & test training system, analog circuit training kit, digital circuit training kit, programable logic controller training set, basic elcrtro pneumatic training system, basic electro hydraulic training system, mesin bubut manual, pipe thread machine, power block dan lain-lain.

### 3) Kompetensi Keahlian Nautika Kapal Niaga

Kompetensi keahlian Nautika Kapal Niaga menyiapkan peserta didik untuk memiliki kemampuan pengetahuan dan keterampilan dalam bidang navigasi, kecakapanbahari, komunikasi dan mersar.

Lebih khusus tujuan kompetensi keahlian Nautika Kapal Niaga adalah membekali peserta didik dengan keterampilan, pengetahuan dan sikap agar kompeten dalam mendeskripsikan stabilitas kapal, mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas kapal, menjelaskan penggunaan data stabilitas, daftar trim dan stabilitas awal, menjelaskan cara bongkar muat dan lain-lain.

Fasilitas yang harus tersedia untuk kompetensi keahlian Nautika Kapal Niaga adalah:

- Ruang bangsal kapalarean kerja menjangka peta,
- Ruang kerja navigasi,
- Ruang server
- *Visual learning room.*

Adapun peralatan yang harus tersedia di antaranya yaitu ship bridge simulator, marine autopilot, electronic compass with GPS, marine radar with AIS, marine radar with ARPA, GPS plotter with echo sounder, CB trans-ceiver, VHF trans-ceiver, radio direction finder, MF/ HF marine radio, SART (search and Rescue Radar Transponder), EPIRB dan lain-lain.

### 4) Kompetensi Keahlian Teknika Kapal Niaga

Kompetensi keahlian Teknika Kapal Niaga menyiapkan peserta didik untuk memiliki kemampuan pengetahuan dan keterampilan dalam bidang teknik mesin kapal dan teknik elektro kapal.

Lebih khusus tujuan kompetensi keahlian Teknika Kapal Niaga adalah membekali peserta didikdengan keterampilan, pengetahuan dan sikap agar kompeten dalam mendeskripsikan stabilitas kapal, mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas kapal, menjelaskan penggunaan data stabilitas, daftar trim dan stabilitas awal, menjelaskan cara bongkar muat dan lain-lain.

Fasilitas yang harus tersedia untuk kompetensi keahlian Teknika Kapal Niaga yaitu:

- Ruang bangsal kapal
- Arena kerja menjangka peta,

- Ruang kerja navigasi,
- Ruang server dan
- *Visual learning room.*

Adapun peralatan yang harus tersedia di antaranya yaitu ship bridge simulator, marine autopilot, electronic compass with GPS, marine radar with AIS, marine radar with ARPA, GPS plotter with echo sounder, CB trans-ceiver, VHF trans-ceiver, radio direction finder, MF/ HF marine radio, SART (search and Rescue Radar Transponder), EPIRB dan lain-lain.



### c. Energi dan Pertambangan

#### Kompetensi keahlian Teknik Energi Surya, Hidro dan Angin

Kompetensi keahlian Teknik Energi Surya, Hidro dan Angin menyiapkan peserta didik untuk memiliki kemampuan pengetahuan dan keterampilan dalam bidang teknik terbarukan yang menjadi energi alternatif selain energi listrik, batu bara, dan minyak bumi.

Lebih khusus tujuan kompetensi keahlian teknik energi surya, hidro dan angin adalah membekali peserta didik dengan keterampilan, pengetahuan dan sikap agar kompeten dalam bidang teknik energi hidro, teknik energi surya, teknik energi angin, teknik energi hibrid, produk kreatif dan kewirausahaan.

Fasilitas yang harus disediakan dunia usaha/ industri (DUDI) untuk kompetensi keahlian Teknik Energi Surya, Hidro dan Angin adalah ruang praktik Teknik Energi Surya, Hidro dan Angin.

Sedangkan peralatan yang harus ada di antaranya yaitu *portable solar experimen box, toolcrip, universal dynamometer, pelton wheel (turbine), axial flow pump module, propeller turbine, turbine dynamometer* dan lain-lain.



#### d. Bidang Keahlian Seni dan Industri Kreatif

##### 1) Kompetensi Keahlian Desain Komunikasi Visual

Kompetensi keahlian Desain Komunikasi Visual menyiapkan peserta didik untuk memiliki kemampuan pengetahuan dan keterampilan dalam bidang desain grafis, fotografi & videografi, dan produk kreatif.

Lebih khusus tujuan kompetensi keahlian desain komunikasi visual adalah membekali peserta didik dengan keterampilan, pengetahuan dan sikap agar kompeten dalam simulasi dan komunikasi digital, tinjauan seni, dasar – dasar kreatifitas, dasar-dasar seni rupa, gambar, sketsa, desain publikasi, komputer grafis, fotografi, videografi serta produk kreatif dan kewirausahaan dan lain-lain.

Fasilitas yang harus tersedia untuk kompetensi keahlian Desain Komunikasi Visual adalah:

- Ruang produksi kreatif,
- Graphic studio ampitheater,
- Studio foto dan video
- lab desain grafis.

Sedangkan peralatan yang harus ada di antaranya yaitu perangkat komputer grafis, pen display, drawing board, kamera DSLR, kamera mirrorless, handycam/ video camcorder, printer laser, 3D printer, 3D scanner, textile printer/ plotter, direct to garment printer, large format printer/ plotter, UV flatbed printer dan lain-lain.



## 2) Kompetensi Keahlian Animasi

Kompetensi keahlian Animasi menyiapkan peserta didik untuk memiliki kemampuan pengetahuan dan keterampilan dalam bidang ilmu seni rupa, gambar dan sketsa.

Lebih khusus tujuan kompetensi keahlian animasi adalah membekali peserta didik dengan keterampilan, pengetahuan dan sikap agar kompeten dalam videografi, animasi 2D, animasi 3D, digital processing, produk kreatif dan kewirausahaan.

Fasilitas yang harus tersedia untuk kompetensi keahlian Animasi adalah:

- Graphic studio ampitheater,
- *Color grading*,
- *Dubbing*,
- Lab animasi dan
- *Photo & video studio*.

Sedangkan peralatan yang harus ada di antaranya yaitu perangkat komputer grafis, *scanner*, *drawing tablet*, *pen drawing monitor*, *recordable digital video*, *transmitter streaming support*, camera video 4k/HD pro, *lens Eng system*, design 4k studio kit, kamera diigital, *monitor controle*, *modelling lamp*, lampu tungsen, standar reflektor, payung pemantul, tripod dan lain-lain.



### 3) Kompetensi Keahlian Produksi Film dan Program Televisi

Kompetensi keahlian Produksi Film dan Program Televisi menyiapkan peserta didik untuk memiliki kemampuan pengetahuan dan keterampilan dalam bidang operasional kamera dan tata cahaya, editing dan pemasaran.

Lebih khusus tujuan kompetensi keahlian animasi adalah membekali peserta didik dengan keterampilan, pengetahuan dan sikap agar kompeten dalam melakukan komunikasi massa, melakukan jurnalistik, penulisan naskah, fotografi, mendesain produksi program acara drama dan non drama, penyutradaraan, melakukan proses casting, melakukan survey lokasi, mengoperasikan kamera audio video, penataan artistik, penataan cahaya, penataan suara, menggunakan sistem peralatan audio video dan mengoperasikan sistem editing.

Fasilitas yang harus tersedia untuk kompetensi keahlian Produksi Film dan Program Televisi adalah:

- Ruang produksi,
- Ruang kontrol,
- Ruang ganti,
- Ruang produksi properti,
- Ruang audio recording,
- Ampitheater
- Editing &VFX.



Sedangkan peralatan yang harus ada di antaranya yaitu kamera, on camera monitor & recorder, 50 mm lens, 18 mm lens, 135 mm lens, 21-100 mm lens, tripod tinggi, rig kamera, dolly kamera, dolly track, porta jib, lampu LED, stand lampu, C-stand, perangkat komputer grafis, gun mic, windshield, audio digital recorder dan lain-lain.



e. **Bidang Keahlian Teknologi Informasi dan Komunikasi**

**Kompetensi Keahlian Multimedia**

Kompetensi keahlian Multimedia menyiapkan peserta didik untuk memiliki kemampuan pengetahuan dan keterampilan di bidang rekayasa perangkat lunak, photo audio video dan produksi kreatif.

Lebih khusus tujuan kompetensi keahlian Multimedia adalah membekali peserta didik dengan keterampilan, pengetahuan dan sikap agar kompeten dalam instalasi perangkat komputer personal dan menginstal sistem operasi dan aplikasi, pemrograman dasar, instalasi jaringan lokal komputer lokal (local area network), konfigurasi jaringan komputer lokal, desain multimedia, desain web, animasi 2D dan 3D, teknik pengolahan audio video, produk kreatif dan kewirausahaan dan lain-lain.

Fasilitas yang harus tersedia untuk kompetensi keahlian Multimedia adalah:

- Ruang produksi audio & media,
- Ruang produksi foto video,
- Storage alat,
- Ruang produksi kreatif dan
- Lab multimedia.

Sedangkan peralatan yang harus ada di antaranya yaitu kamera digital, kamera video, kamera drone, komputer administrator, komputer client, komputer multimedia, komputer all in one, lensa fix, light reflector, networking, papan digitizer, payung reflektor, printer ink jet warna, printer laser, projector, scanner A3, tripod camera, UPS server 1000 VA, vertikal grip, video mixer dan lain-lain.

## f. Bidang Keahlian Teknologi dan Rekayasa

### 1) Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan

Kompetensi keahlian Teknik Pemesinan menyiapkan peserta didik untuk memiliki kemampuan pengetahuan dan keterampilan di bidang teknik bubut, kerja bangku, teknik frais, teknik gerinda dan teknologi CNC.

Lebih khusus tujuan kompetensi keahlian Teknik Pemesinan adalah membekali peserta didik dengan keterampilan, pengetahuan dan sikap agar kompeten dalam memahami dasar kekuatan bahan dan komponen mesin, prinsip dasar kelistrikan dan konversi energi, proses dasar perlakuan logam, proses dasar teknik mesin, menerapkan keselamatan dan kesehatan kerja, melaksanakan penanganan material secara manual, menggunakan peralatan pembanding dan/atau alat ukur dasar, mengukur dengan alat ukur mekanik presisi, menggunakan perkakas tangan, mengoperasikan dan mengamati mesin /proses, melakukan pekerjaan las, menginterpretasikan sketsa, membaca gambar teknik, menggunakan mesin untuk operasi dasar, melakukan pekerjaan dengan mesin gerinda, melakukan pekerjaan dengan mesin bubut, menggunakan perkakas bertenaga /operasi digengam, melakukan pekerjaan dengan mesin frais, memprogram mesin NC/CNC (dasar), mengeset mesin dan program mesin NC/CNC (dasar), mengoperasikan mesin NC/CNC (dasar), menggunakan mesin bubut (komplek), mengefrais (komplek), menggerinda pahat dan alat potong, memprogram dan mengoperasikan CNC lanjut dan menggambar teknik lanjut.

Fasilitas yang harus tersedia untuk kompetensi keahlian Teknik Pemesinan adalah:

- Ruang drilling machine,
- *Bandsaw machine*,
- *Work bench*,
- *Unniversal surface grinding*,
- *CNC milling machine*,
- *CNC turning machine*,
- *Lathe machine*,
- *Milling machine*,
- *Engineer room*
- *Machinery clasroom*.

Sedangkan peralatan yang harus ada di antaranya yaitu work bench, bench lathe machine 1 meter, *high precision universal milling machine with swivel-able milling head*, CNC lathe machine, CNC milling machine, universal surface grinder machine, universal cylindrical grinding machine, horizontal bandsaw, drilling & milling machine, end mill cutter grinder small, end mill cutter grinder medium, universal tool cutter & grinder, CNC mini trainer dan lain-lain.



## 2) Kompetensi Keahlian Kimia Industri

Kompetensi keahlian Kimia Industri menyiapkan peserta didik untuk memiliki kemampuan pengetahuan dan keterampilan di dalam pemrosesan bahan mentah menjadi berupa barang setengah jadi ataupun barang jadi (produk).

Lebih khusus tujuan kompetensi keahlian Teknik Pemesinan adalah membekali peserta didik dengan keterampilan, pengetahuan dan sikap agar kompeten dalam analisa kimia dasar, teknik dasar pekerjaan laboratorium kimia, dasar-dasar mikrobiologi, azas teknik kimia, alat industri kimia, operasi teknik kimia, proses industri kimia serta produk kreatif dan kewirausahaan.

Fasilitas yang harus tersedia untuk kompetensi keahlian Kimia Industri adalah:

- Lab kimia,
- Ruang sterilisasi,
- Lab kimia industri,
- Lab mikrobiologi,
- Lab fisik,
- Ruang bahan & material.

Adapun peralatan yang harus ada di antaranya yaitu basic vocation chemistry set, PH meter, sentrifugator, buret digital 25 ml, pipet mikro 1 ml, pipet mikro 5 ml, pipet mikro 200 ml, pipet kontrol, inkubator, lemari asam, shaker, penangas air, hotplate magnetic stirrer, oven, heating mantle 500 ml, heating mantle 1000 ml, furnace 11000C 3liter, multimeter, glassware set, karlfischer titrator, kjeldahl digastor, kjeldahl scrubber, kjeldahl distillation unit, auto titrasi, hidrolisis, soxhiet, circulating chiller, rotary evaporator, XRF, mikroskop binokuler, mikroskop binokuler dengan kamera, stereo mikroskop, stereo mikroskop dengan kamera, colony counter, manifold dan pompa vakum, incubator shaker, laminar air flow, biosafety cabinet class II, kalorimeter bom, autoklaf, timbangan neraca analitik, timbangan neraca presisi, moisture balance, lemari pendingin, freezer, dan lain-lain.

### 3) Kompetensi Keahlian Kendaraan Ringan Otomotif

Kompetensi keahlian Kendaraan Ringan Otomotif menyiapkan peserta didik untuk memiliki kemampuan pengetahuan dan keterampilan di dalam merawat dan memperbaiki sistem kendaraan roda 4 beserta piranti pendukungnya.

Lebih khusus tujuan kompetensi keahlian Kendaraan Ringan Otomotif adalah membekali peserta didik dengan keterampilan, pengetahuan dan sikap agar kompeten dalam memperbaiki sistem hidrolis dan kompresor udara, melaksanakan prosedur pengelasan, pematrian, pemotongan dengan panas dan pemanasan, melakukan overhaul sistem pendingin dan komponen-komponennya, memelihara/ servis sistem bahan bakar bensin; memperbaiki sistem injeksi bahan bakar diesel, memelihara/ servis engine dan komponen-komponennya, memperbaiki unit kopling dan komponen-komponen sistem pengoperasian, memelihara transmisi, memelihara unit *final drive* / garden, memperbaiki poros penggerak roda, memperbaiki roda dan ban, memperbaiki sistem rem, memperbaiki sistem kemudi, memperbaiki sistem suspensi, memelihara baterai, memperbaiki kerusakan ringan pada rangkaian/ sistem kelistrikan, pengaman, dan kelengkapan tambahan, memperbaiki sistem pengapian, memperbaiki sistem starter dan pengisian, memelihara/ servis sistem ac (*air conditioner*) dan sebagainya.

Fasilitas yang harus tersedia untuk kompetensi keahlian Kendaraan Ringan Otomotif adalah:

- Bengkel engine & chasis,
- Ruang electrical,
- Ruang mechanic,
- Kelas otomotif
- Storage.

Sedangkan peralatan yang harus ada di antaranya yaitu petrol engine stand, diesel engine stand, CRDI engine stand, gasoline fuel injection control system with auto fault, CRDI engine injection control system with auto fault, diesel fuel injection system simulator (in line pump), diesel fuel injection system simulator (rotary pump), central lock & power window trainer, seat belt & air bag system simulator, suspension training system, power steering trainer (rack & pinion type), power steering trainer (motor driven type), ABS simulator with

fault diagnosis with 4 axis, DIS ignition system trainer brake system simulator with assembly, automotive components electric circuit training equipment, automotive basic electric circuit trainer, motor starter & alternator test bench, combination starter & alternator training system, charging system simulator, 4-different type conventional ignition trainer, DLI ignition system trainer, mitronic system simulator, basic air conditioning system trainer, automotive air conditioning system simulator, automotive sensor simulator, automotive sensor measuring system, car audio trainer, tyre changer, wheel balancer, heavy duty hydraulic press, standar mechanical tool set, air compressor, standard battery charger, diesel smokemeter, gasoline emission analyzer, injector cleaner tester & analyzer, ATF exchanger, refrigerant recovery and recharging machine, engine crane, brake drum and disk lathe, commonrail diesel test bench, 3D wheel alignment, alignment scissor car lift, two post lift, work bench dan lain-lain.



#### 4. *Computational Thinking (CT)* dan Pembelajaran STEM

Dewasa ini, pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) telah diterapkan oleh banyak negara termasuk Indonesia. Pada dasarnya pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) memiliki tujuan mendasar untuk meningkatkan kemampuan peserta didik dalam menilai masalah dan menemukan solusi kreatif dalam kehidupan sehari-hari (Thomasian, 2011). Tujuan ini menjadi dasar argumen akan pentingnya pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) bagi semua peserta didik untuk memiliki daya saing di era revolusi industri 4.0.

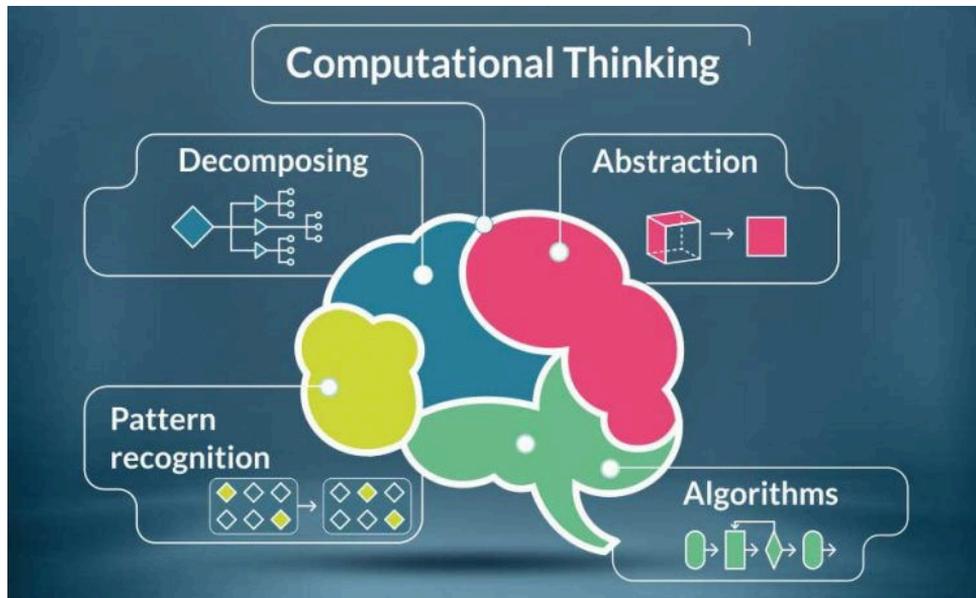
Pencapaian peserta didik dalam pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kinerja peserta, gender, etnis, status sosial, dan status ekonomi (Nurazizah dkk, 2019). Dari kelima faktor tersebut, hal yang paling mendasar adalah kinerja atau upaya peserta didik atau bisa dikatakan juga sebagai cara peserta didik dalam menyelesaikan masalah. Maka berkaitan dengan hal tersebut, pembelajaran seyogyanya dilakukan dengan menerapkan berpikir komputasi/ *computational thinking* (Fathoni dkk, 2020)

Beberapa pakar mendefinisikan kemampuan berpikir komputasi (*computational thinking*) sebagai berikut:

- Menurut Karl Beecher (2017) konsep *computational thinking* melibatkan berpikir logis, pemikiran algoritmik, dekomposisi, generalisasi dan pengenalan pola, pemodelan, abstraksi, dan evaluasi.
- Menurut Yadav dkk (2014) *computational thinking* adalah aktivitas mental untuk mengabstraksi masalah dan merumuskan solusi yang dapat diotomatisasi.
- Menurut Furber (2012) *computational thinking* adalah proses mengenali aspek komputasi di dunia yang mengelilingi kita, dan menerapkan alat dan teknik dari Ilmu Komputer untuk memahami dan alasan tentang sistem alami dan buatan dan proses.
- Menurut Papert (1980) berpikir komputasi (*computational thinking*) adalah kemampuan memecahkan permasalahan secara menyeluruh, logis dan teratur.

Berdasarkan definisi-definisi di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa *computational thinking* merupakan pendekatan pemecahan masalah yang melibatkan penggunaan sekumpulan praktik dan prinsip dari ilmu komputer untuk merumuskan solusinya. Pun demikian, kemampuan berpikir komputasi

(*computational thinking*) bukan hanya untuk menyelesaikan masalah seputar ilmu komputer, melainkan juga untuk menyelesaikan berbagai masalah di dalam kehidupan sehari-hari dan dapat diterapkan oleh siapapun.



Cara berpikir komputasi (*computational thinking*) meliputi 4 komponen berikut:

- Abstraksi (*abstraction*) adalah melakukan generalisasi dan mengidentifikasi masalah pada hal-hal yang umum saja. Hal ini berarti upaya memfokuskan pada informasi yang penting dan mengabaikan hal yang tidak/ kurang relevan.
- Dekomposisi (*decomposing*) adalah menguraikan masalah atau sistem yang kompleks menjadi bagian-bagian yang lebih kecil atau menjadi tugas-tugas yang mudah dikelola.
- Pengenalan pola (*pattern recognition*) adalah kemampuan untuk mengenali pola baik sisi dari persamaan atau bahkan perbedaannya, yang nantinya akan digunakan dalam membuat prediksi dan penyajian solusi.
- Desain algoritma (*algorithms*) adalah mengembangkan petunjuk pemecahan masalah secara bertahap (*step-by-step*), sehingga orang lain

dapat menggunakan langkah/ informasi tersebut untuk menyelesaikan permasalahan yang sama.

Sebagaimana pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), kemampuan berpikir komputasi (*computational thinking*) juga penting untuk dimiliki oleh setiap orang di era digital seperti sekarang karena dapat melatih seseorang untuk merumuskan solusi dalam menyelesaikan permasalahan di dunia nyata (Beecher, 2017) dengan berpikir kreatif, efektif, logis dan menyeluruh. Teknisnya bisa dilakukan dengan cara memahami masalah terlebih dahulu, kemudian mengumpulkan semua data, lalu mulai mencari solusi dengan menerapkan konsep komputasi.

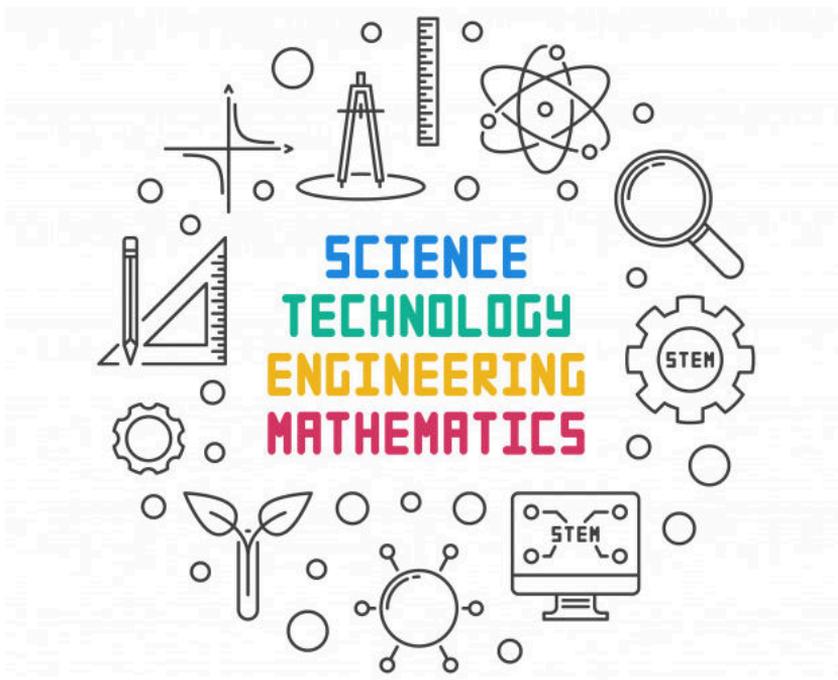
Berdasarkan uraian-uraian di atas, berpikir komputasi (*computational thinking*) menjadi dasar pengembangan pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Lalu bagaimana keterampilan berpikir komputasi (*computational thinking*) diterapkan dalam pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*)? Hal tersebut sebagaimana gambar berikut (Swaid, 2015):

Untuk menerapkan keterampilan berpikir komputasi (*computational thinking*) dalam pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) setidaknya dilakukan melalui tiga tahap yaitu:

- a. Merumuskan strategi dan rencana: Peserta didik diberikan pemahaman tentang sains dengan sangat memperhatikan metode yang digunakan dan memasukkan unsur berpikir komputasi (*computational thinking*) di dalamnya.
- b. Pelatihan keterampilan berpikir komputasi: Menekankan konsep berpikir komputasi (*computational thinking*) melalui pengalaman belajar langsung melalui dua bagian dua bagian: Bagian pertama memperkenalkan peserta didik pada pemikiran komputasi, konsepnya dan aplikasi dalam bidang tertentu, sedangkan bagian kedua memperkenalkan peserta didik pada elemen berpikir komputasi (*computational thinking*) melalui latihan pemrograman yang hal ini dapat dilakukan melalui sejumlah lokakarya yang sesuai.
- c. Sumber daya berpikir komputasi. Pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dengan mendemonstrasikan penerapan berpikir komputasi (*computational thinking*) yang didukung dengan praktikum-praktikum dan materi multimedia sebagai alat untuk menerapkan elemen berpikir komputasi (*computational thinking*). Selain itu peserta didik juga diajari cara mengumpulkan data dan

merepresentasikannya, menghasilkan grafik dan tabel serta menggunakan pemikiran algoritmik untuk memecahkan masalah.

Dalam penerapannya, pembelajaran yang menerapkan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) termasuk di SMK selalu mengedepankan pembelajaran berbasis proyek (*project based learning*) di mana peserta didik tidak hanya didorong untuk berpikir analitis, kreatif, dan menghasilkan solusi, lebih dari itu mampu menghasilkan karya-karya inovatif sebagai jawaban atas tantangan yang dihadapi.



Sebuah penelitian menemukan bahwa pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) berbasis project menumbuhkan sikap untuk berpikir kritis, kreatif, analitis, dan meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi pada guru (Wijayanti & Fajriyah, 2016) dan peserta didik SMK (Ismayani, 2016) sehingga mereka dapat aktif dalam pembelajaran melalui proyek yang dikerjakan.

Mengingat perkembangan teknologi canggih terus berlanjut, dan data kompleks terus bermunculan, maka kemampuan berpikir komputasi (*computational thinking*) menjadi keharusan untuk diintegrasikan dalam pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Dengan ini diharapkan generasi di masa depan terlatih dengan baik dan siap menghadapi tantangan masalah sekompleks apapun. [ ]



FUJI TECHNICA INDONESIA

QUILL FEED  
STOP THE MOTOR TO CHANGE  
DIRECTION HANDLE IN USE  
WARNING  
DO NOT INCREASE SPEEDS  
ABOVE 3000 RPM  
IN



## BAGIAN 3

# PANDUAN DESAIN DIGITALISASI SARPRAS

**REVOLUSI** industri yang meniscayakan perubahan di hampir semua sektor kehidupan sejatinya telah membuka mindset banyak orang akan pentingnya transformasi digital. Meski istilah ini dalam praktiknya lebih familiar di sektor bisnis, namun tak ketinggalan juga di dunia pendidikan.

Hadirnya transformasi digital di dunia pendidikan rupanya juga memicu ercitanya model pembelajaran dengan cara baru. Seperti kita ketahui, teknologi muncul karena adanya kecerdasan buatan (AI), *Internet of Things* (IoT), dan *cloud computing* yang mampu mempercepat laju transformasi.

Salah satu turunan dari perkembangan teknologi tersebut di atas dalam konteks pendidikan adalah penggunaan teknologi virtual. Di hampir semua negara, tak terkecuali Indonesia, berbagai terobosan ini tengah dilakukan. Dan komputer merupakan salah satu produk teknologi yang begitu besar perannya dalam membantu mengembangkan pembelajaran virtual ini. Berbagai program berbasis komputer dalam pengajaran seperti CAI (*Computer-Assisted Intruaction*) seperti *drill and practice*, simulasi, tutorial maupun permainan didapatkan melalui penggunaan komputer.

## 1. PILAR REVOLUSI INDUSTRI 4.0

- **Augmented Reality**

Augmented Reality (AR) adalah sebuah teknologi yang menggabungkan citra bentukan computer dengan dunia nyata di sekitarnya, dilakukan dengan alat yang dipasang di mata.

- **System Integration**

Adalah integrasi system IT di sebuah perusahaan manufaktur. Sistem cerdas dan perangkat IoT, sebuah perusahaan, depertemen, supplier maupun costumer akan lebih kehesif dan terhubung. Dengan system yang terintegrasi informasi akan berjalan secera lancar dala rantai produksi.

- **Cloud Computing**

Cloud Computing (Komputasi Awan) merupakan teknologi penyimpanan data digital dengan menggunakan server virtual sebagai media penyimpanan.

- **Big Data and analytic**

Big Data merupakan data dengan pemrosesan database dengan jumlah besar, bergerak dengan cepat, Big data merupakan istilah yang menggambarkan volume data dengan jumlah besar. Big data dianalisis untuk pengambilan keputusan maupun strategi bisnis yang baik.

- **Internet of Thing (IoT)**

Internet of Thing (IoT) adalah sebuah konsep yang digunakan untuk memperluas dari manfaat jaringan internet agar dapat tekoneksi secara terus menerus.

- **Addive Manufacturing (3D)**

Addive Manufacturing adalah terobosan baru di insdustri manufaktur dengan memanfaatkan mesin pencetak 3D atau sering dikenal dengan istilah 3D printing.

- **Cyber Security**

Cyber Security adalah proses atau praktik yang dirancang untuk melindungi jaringan computer, program maupun data dari kerusakan maupun penyalahgunaan data.

- **Autonomous Robots**

Robot otonom adalah sebuah robot yang dapat melaksanakan tugas dengan tingkat otonom yang tinggi, utamanya dalam bidang-bidang seperti penerbangan angkasa, tugas rumah tangga, pengiriman barang dan jasa, dan lain sebagainya.

- **Simulation**

Sebuah teknologi yang mampu menampilkan dan menirukan berbagai sifat dari sebuah produk atau proses ke dalam layer computer.



Peter Fisk adalah CEO GeniusWorks, ketika memberikan keynote speech dalam sebuah forum pendidikan di tahun 2017 pernah mengusulkan sebuah platform pendidikan baru untuk menyelaraskan dengan platform teknologi di dalam Industry 4.0. Platform pendidikan ini disebut sebagai Education 4.0.

Manurut Fisk, para praktisi pendidikan telah mulai mendiskusikan beragam cara membuat dan menyampaikan konten pendidikan di era digital. Pendidikan, kata dia, perlu berubah dari cara penyampaian dari tahun-tahun sebelumnya. Lebih lanjut Fisk menuturkan setidaknya ada beberapa tren pendidikan di era digital:

### 1. **Anywhere-anytime**

Dapat diakses dari manapun dan kapan saja. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi interne, cloud dan *augmented reality*.

### 2. **Personal**

Sesuai dengan kebutuhan siswa

### 3. **Flexy delivery**

Penyampaian bersifat fleksibel namun tetap sesuai standar yang telah ditentukan.

### 4. **Peers and Mentor**

Fungsi teman sejawat dan mentor tetap dibutuhkan walaupun penyampaian bahan ajar sebagian besar dapat dilakukan secara virtual.

### 5. **Why/Where Not What/How**

Konsep pertanyaan bukan lagi **Apa** dan **Bagaimana**, hal ini karena adanya informasi yang sangat terbuka, semua tersedia di Internet.

### 6. **Practical Application**

Aplikasi praktis dari teori lebih diminati, pandangan pelajar lebih pragmatis terhadap sebuah pelajaran.

### 7. **Modular & Project**

Modu dan project merupakan cara untuk mengevaluasi keberhasilan pelajaran.

### 8. **Student Ownership**

Adanya keterlibatan siswa secara aktif terhadap pembentukan kurikulum yang mereka pilih.

## 9. Evaluated not Examined

Keberhasilan seorang siswa diukur dari hasil evaluasi terus menerus, bukan lagi dari hasil ujian.

Tren perkembangan pendidikan tersebut atau Education 4.0 lebih lanjut mendorong beragam perubahan. Beberapa diantaranya seperti disampaikan dalam uraian selanjutnya bagian kedua buku panduan ini. Poin pentingnya adalah bahwa transformasi digital adalah keniscayaan, mendorong satuan pendidikan terutama SMK menuju satu titik atau satu status ketika terjadi konvergensi antara teknologi digital dan seluruh proses yang ada di dalamnya.



## 2. PEMANFAATAN VIRTUAL LABORATORY UNTUK MEMPERKUAT PENGUASAAN KOMPETENSI DI SEKOLAH

Virtual *Laboraratory* (Virtual Lab) merupakan ruang pembelajaran yang berbasis teknologi informasi. Menurut catatan sejarah, Virtual Lab ditemukan pada tahun 1997 yang saat itu disebut dengan Lab 2 Dimensi.

Virtual lab adalah serangkaian alat-alat laboratorium yang berbentuk perangkat lunak (software) berbasis multimedia interaktif yang dapat mensimulasikan kegiatan praktik di laboratorium.

### Jenis-jenis Virtual Lab

- 2D Simulation
- 3D Simulation

### Manfaat Virtual Lab

- Mengurangi Keterbatasan Waktu
- Mengurangi Hambatan Geografis
- Ekonomis
- Meningkatkan Kualitas Eksperimen
- Meningkatkan Efektifitas Pembelajaran
- Meningkatkan Keamanan dan Keselamatan

### Kelemahan Virtual Lab

- Tidak bisa memberikan pengalaman secara real atau nyata
- Kurangnya pengalaman troubleshooting
- Kurangnya interaksi dengan guru
- Kendala koneksi Internet (Untuk Virtual Lab Online)

### Contoh Virtual Lab

- Electronic Work Bench
- Z80
- Packet Tracer
- IT Essentials Virtual Deskop
- Teknik Digital Simulation
- Rumah Belajar Virtual Lab
- Praxilabs

## Virtual Lab Cheklist

Untuk memulai mencoba atau mengaplikasikan Virtual Lab maka yang harus dilakukan adalah siapkan ceklis atau list apa saja yang harus disiapkan.

- Perangkat Keras dapat digantikan perangkat lunak atau simulator
- Tidak mengukur keterampilan fisik
- Tersedianya infrastruktur yang dapat diakses secara jarak jauh
- Modul praktekum telah disusun secara komprehensif

Setelah semua itu diceklis, maka luangkan waktu untuk mengkaji praktikum serupa dalam bentuk virtual.

## Karakteristik Program Virtual Lab:

- Berisi alat-alat laboratorium yang dapat berfungsi sebagai alat-alat riil
- Sangat mudah dioperasikan, satu pemakai dapat satu computer atau satu computer untuk dua, tiga, atau empat orang pemakai
- Dalam program aktivasi 100% di tangan pemakai, pemakai belum melakukan eksplorasi eksperimen.

## Pembelajaran di Virtual Lab

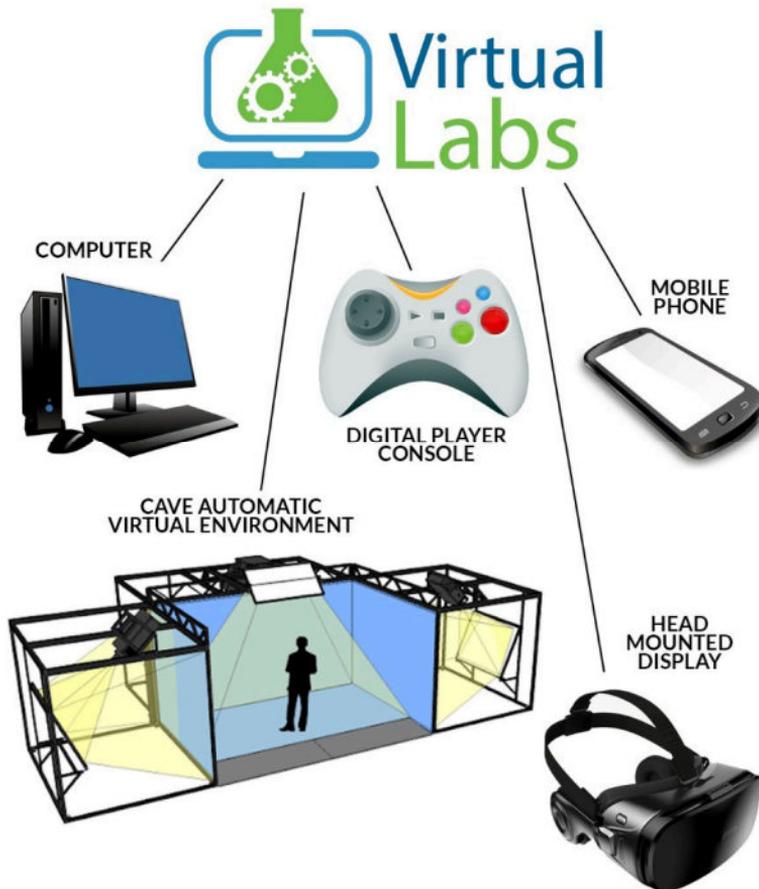
- Pengenalan alat  
Pengguna dapat memerhatikan alat-alat yang ditampilkan di computer sehingga pengenalan alat dapat dilakukan dengan mudah.
- Pengamatan  
Pengguna menggunakan Virtual Lab dalam mengamati suatu materi, bekerja secara mandiri, dan umpan balik dilakukan dengan adanya respon dari alat program.

## Perangkat Keras yang dibutuhkan Virtual Lab

- Komputer
- Konsol (*Digital Player Console*)
- Proyeksi Dinding CAVE (*Cave Automatic Virtual Environment*)
- Gawai (*Mobile Phone*)
- Perangkat Realitas Virtual (*Head Mounted Display*)

## Langkah-langkah merancang Virtual Lab

1. Menentukan mata pelajaran produktif
2. Menentukan jenis aplikasi multimedia visual
3. Menentukan struktur dan peta navigasi yang akan digunakan
4. Membuat desain antarmuka yaitu *storyboard* di aplikasi multimedia
5. Pembuatan elemen-elemen yang akan digunakan dalam aplikasi
6. Penggabungan elemen-elemen yang sudah dibuat dengan menggunakan *Authoring Tools*
7. Implementasi dan analisis aplikasi
8. Pembuatan elemen dengan menggunakan software yang sesuai



### 3. SIMULATOR VR DI SEKOLAH

Virtual Reality (VR) merupakan merupakan teknologi yang menjadikan penggunanya dapat merasakan dunia maya, atau suasana 3 dimensi yang seolah-olah nyata. Lingkungan yang dihasilkan oleh VR disimulasikan dengan perangkat computer (computer-simulated environment) dimana lingkungan itu diciptakan oleh imajinasi oleh penggunanya dan dapat juga lingkungan tersebut bersifnya nyata.

#### a. Cara Kerja VR

Cara kerja VR yaitu menghadirkan pengguna seolah-olah berada di dunia imajinasi. Untuk itu dibutuhkan peralatan, seperti headset khusus VR. Bentuk headset VR seperti kacamata selam dengan lensa tertutup.

Selain headset ditambahkan juga headphone agar pengguna dapat mendengarkan suara lebih jernih dan joystick. Cara kerja VR juga yaitu dengan menggabungkan tampilan yang terdapat di layer VR kemudian diteruskan ke mata dan dari situlah otak kiri manusia akan memproses gambar sehingga akan muncul ilusi gambar 3 Dimensi yang menyebabkan pengguna merasakan hal itu menjadi nyata.

#### b. Manfaat VR

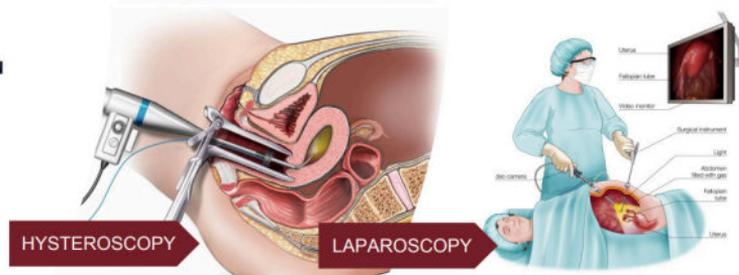
- **Bidang Kedokteran atau Medis**

Dalam bidang kedokteran dan medis, teknologi VR dapat digunakan untuk membantu pelatihan medis, seperti pelatihan medis di dalam kondisi perang, melakukan proses operasi, simulasi di Rumah Sakit, dan lain sebagainya.

#### SIMULATOR MEDIS



#### KETRAMPILAN PEMBEDAHAN DAN PEMERIKSAAN





- **Teknik dan Otomotif**  
Dalam bidang Teknik dan otomotif, VR dapat digunakan agar desain mobil yang dirancang lebih fokus secara lebih detail.
- **Militer**  
Dalam dunia military teknologi VR dapat digunakan untuk melakukan simulasi perang, menginjakkan bom, latihan menembak dan lain sebagainya.
- **Transportasi**  
Dalam bidang transportasi teknologi VR dapat digunakan untuk simulasi menyetir, simulasi penerbangan bagi para pilot, dengan demikian resiko-resiko biaya yang cukup besar dan kecelakaan jika dilakukan secara nyata dapat dihindari.
- **Pendidikan**  
Dalam dunia Pendidikan, simulator VR sudah banyak dilakukan. Seperti untuk simulasi pelajaran IPA seperti anatomi tubuh manusia, tata surya dan lain sebagainya. Begitu pun di SMK, hal ini merupakan penunjang yang sangat baik diterapkan. Di Indonesia sendiri sudah banyak SMK yang telah menggunakan teknologi ini sebagai bentuk praktek pengenalan terhadap dunia industry.

c. Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk melakukan VR antara lain:



VRbox



Gyroscope



Headset



Haptic Gloves



Full Body Haptic Suits



Tracker



Omnidirectional Treadmill

#### d. Penggunaan VR

##### Entertainment

- Gaming
- More Attractive

##### Medical

- Practice performing surgery
- Perform surgery on a remote patient
- Teach new skill in a safe

##### Manufacturing

- High efficient
- Low cost
- Easy to modify

##### Education

- Driving Simulators
- Flight Simulators
- Ship Simulators
- Tank Simulators



## e. Media Pembelajaran Vr Di Smk

### Kimia Eksperimen

Keberadaan laboratorium praktikum kimia tentu sangatlah penting dalam menunjang proses pembelajaran sehingga dapat meningkatkan pemahaman konsep. Namun, ternyata masih banyak dimana laboratorium kimia tidak dapat berfungsi karena adanya keterbatasan alat ataupun adanya resiko bahaya dalam praktek tersebut. Kehadiran VR dapat mengatasi hal ini, karena perangkat VR berbentuk perangkat lunak (*software*) yang berbasis multimedia interaktif dan dapat menstimulasikan kegiatan-kegiatan di laboratorium sebenarnya. Beberapa materi praktekum kimia yang dapat menggunakan teknologi VR antara lain:

- ✓ Dasar Reaksi Kimia
- ✓ Oksidasi dan Degradasi
- ✓ Struktur Atom Fungsi Elemen

### Biologi Eksperimen

Dalam menunjang praktek pembelajaran agar lebih efektif dan difahami oleh siswa maka keberadaan laboratorium biologi adalah hal yang penting. Namun pada kenyataannya masih banyak sekolah yang belum dapat memenuhi dan melengkapi laboratorium biologinya dengan alat peraga yang dibutuhkan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, utamanya faktor biaya yang cukup tinggi. Apalagi kebanyakan peralatan untuk laboratorium bukanlah peralatan yang berharga murah. Di samping itu factor keselamatan juga menjadi pertimbangan utamanya dalam meneliti virus atau bakteri.

Dengan adanya teknologi VR maka hal itu dapat diminalisir. Teknologi ini dapat menyajikan alat praktek multimedia yang menjadikan siswa mearasakan pengalaman yang nyata bagaikan berada di laboratorium. Berikut beberapa praktek biologi yang dapat menggunakan teknologi VR antara lain :

- ✓ Anatomi Tubuh Manusia
- ✓ Anatomi Serangga
- ✓ Anatomi Tumbuhan
- ✓ Cara Menggunakan Mikroskop
- ✓ Penelitian Bakteri
- ✓ Penelitian Virus

## Fisika Eksperimen

Sarana dan kegiatan laboratorium merupakan hal yang sangat penting dalam pembelajaran fisika. Melalui praktek ini maka aspek produk, proses dan sikap dapat lebih terlihat dan berkembang. Namun, biaya yang tak sedikit dalam membuat dan melengkapi laboratorium fisika merupakan salah satu yang menjadi hambatan saat ini. Apalagi dalam konsep fisika yang abstrak terdapat kesulitan dalam memvisualisasikan proses fisis tersebut. Untuk itu, kehadiran VR dalam menunjang praktek laboratorium fisika sangatlah membantu dan pembelajaran dapat dilakukan secara efektif karena siswa dapat belajar dengan lebih mandiri. Penerapan teknologi VR dapat digunakan dalam praktek fisika berikut:

- ✓ Hidrostatik
- ✓ Termodinamika
- ✓ Mekanika
- ✓ Optik
- ✓ Magnet dan Listrik

## Otomotif Eksperimen

Perkembangan teknologi VR memang banyak memunculkan inovasi, salah satunya adalah dengan adanya bengkel otomotif virtual. Seperti yang kita ketahui dalam praktekum Teknik otomotif dibutuhkan banyak peralatan yang tak sedikit, namun dengan kehadiran teknologi VR hal itu tidak perlu menjadi hambatan. Teknologi ini menghadirkan tools dan perhitungan dalam bentuk simulasi. Hal ini mendorong siswa untuk mampu memahami beberapa bentuk kesalahan pada komponen otomotif, mencoba alternatif-alternatif lain dalam perbaikan, dan melihat hasilnya dalam sistem komputerisasi. VR membuat praktekum lebih efektif dan aman dalam hal keselamatan kerja. Berikut praktekum yang dapat menggunakan teknologi VR dalam bidang otomotif, antara lain :

- ✓ Konstruksi Mesin
- ✓ Cara Kerja Mesin
- ✓ Maintenance Mesin (VMT)
- ✓ Basic Wiring Kendaraan
- ✓ Perakitan Kendaraan

## Elektronika Eksperimen

Perkembangan teknologi yang terjadi saat ini tak lepas dari perkembangan teknologi elektronika. VR merupakan salah satu perkembangan teknologi elektronika itu sendiri. Dengan adanya VR ini siswa akan mampu melakukan praktikum elektronika tanpa harus khawatir dengan konsekuensi bahaya akibat penggunaan alat elektronik seperti praktikum pada keadaan nyata. Praktekum ini mencakup hal-hal berikut ini:

- **Komunikasi**
  - ✓ Networking
  - ✓ Microwave
  - ✓ AM Tranceiver
  - ✓ FM Tranceiver
- **Robotika**
  - ✓ Sistem Kontrol
  - ✓ Kinematika
  - ✓ Dasar Otomas



**f. Hasil Yang Dicapai**

- Mampu mengenal komponen
- Mengetahui prinsip kerja
- Merangkai komponen menjadi sebuah aplikasi
- Mengoprasikan komponen
- Menggambar rangkaian
- Menjelaskan kerja system
- Membaca dokumentasi teknis
- Menjalankan simulasi system kerja
- Melakukan pengujian
- Melakukan pengukuran

**g. Kendala**

- Berbasis computer dengan operasi Windows Terbaru
- Selalu terhubung dengan internet
- Kapasitas perkelas terbatas
- Dituntut partisipasi aktif siswa
- Keterampilan tangan siswa tidak dapat dilatih
- Pengalaman praktek kerja tidak ada

**h. Keuntungan Menggunakan Vr**

- Aman
- Intensitas Training Tinggi
- Fleksibel dan Variasi Tinggi
- Biaya Operasional yang rendah

## i. Jenis-Jenis Simulator Untuk Pembelajaran SMK

Penggunaan simulator dalam dunia industri sudah sangat berkembang pesat, baik itu dalam dunia penerbangan (simulator pertama), dunia pengobatan, industri otomotif dan bahkan militer. Ada kemudahan yang ditawarkan, meski dengan harga yang tidak sedikit.

Simulator, terutama yang berbasis virtual reality, saat ini bahkan semakin canggih, data tahun 2026 menyebutkan sedikitnya ada 230 perusahaan yang mengembangkan simulator VR, seperti facebook, google, HTC, Sony, dan lain sebagainya. Di masa depan, simulator VR diyakini akan menjadi standar penunjuk perkembangan teknologi di dunia.

Karena itu, penting kitanya simulator ini juga dikembangkan di dunia pendidikan. Terutama untuk menutupi kesenjangan yang ada antara dunia pendidikan dan industri. Dengan kata lain, simulator dapat menjadi jembatan yang menghubungkan perkembangan teknologi di dunia industri untuk dipelajari di dunia pendidikan, atau sebaliknya.

Simulator juga bisa meminimalkan kerja seorang operator dalam sebuah sistem. Dimana si operator hanya perlu memonitor saja dan baru menanganinya bisa sebuah action perlu diambil. Fungsi-fungsi dalam sistem ini mencakup measurement, comparison, computation, dan correction.

Service manager PT Yokogawa Indonesia, Kuntoro menuturkan simulator dapat mensimulasi sebuah kondisi eksperimen apabila eksperimen tersebut terlalu mahal atau terlalu rumi untuk dilaksanakan. Dengan simulator, hasil eksperimen bisa didapat dengan sangat akurat. Dewasa ini, kita mengenal beberapa jenis simulator yang banyak dikembangkan di dunia pendidikan, diantaranya sebagai berikut:

### 1) Classroom Simulator

Salah satu jenis simulator yang digunakan dalam bidang pendidikan, pelatihan atau training adalah classroom simulator. Simulator jenis ini merupakan intergasi *portable simulator* dalam satu ruang, dimana antar peserta dapat berinteraksi dalam software CGF (*Computer Generated Forced*).



### Portable Simulator:

- Mobility package product
- Lightweight package
- Easy Instalation
- Hight User Penetration

### Contohnya:

- CVS Excavator Drive yang terdiri dari CVS-Ex01 merupakan portable excavator simulator dengan Virtual reality basic.



CVS Excavator Drive

### Learning Modul:

Joystick control, basic driving, shallow ditches, build ramps, spend and throw away.



Hand: Tracking Enhance System.

Read a movement of hand and auto snap on joystick.

### Advance Simulator

Product:

- Motion base system (3DOF, 5 DOF, or 6 DOF)
- Detaild interior as good as original
- Costumize and flexible exterior design
- Separated trainer Consule Desk
- Hight Spec computerize system

## 2) Virtual Maintenance Training

Pada dasarnya pekerjaan pemeliharaan (*maintenance*) adalah pekerjaan dalam mempertahankan kondisi kerja perangkat dan mesin selama masa pakainya. Pekerja akan mencapai pengetahuan dan pengalaman pekerja melalui pelatihan dan melakukan tugas pemeliharaan sendiri. Namun, prosedur operasi dan pemeliharaan dengan metode konvensional pada bidang ini berbiaya tinggi dan berada di lingkungan berisiko tinggi. Maka sebagai solusinya diterapkan pelatihan pemeliharaan virtual (*virtual maintenance training*).

Pelatihan pemeliharaan virtual (*virtual maintenance training*) adalah jenis metode pelatihan yang mencakup simulasi 3D interaktif berbasis komputer dari peralatan virtual yang mereplikasi kendaraan atau perangkat kehidupan nyata yang sebenarnya. Bidang pelatihan yang berkaitan dengan *virtual maintenance* meliputi penerbangan, pertempuran, industri, medis, permainan dan berbagai peluang lainnya.

Secara historis, Salah satu pelatih pemeliharaan virtual paling awal dihasilkan dari pekerjaan yang diselesaikan oleh American Systems Corporation dan The DiSTI Corporation. DiSTI mengembangkan pelatih pemeliharaan antarmuka virtual 3-D penuh pertama untuk Jet Tempur Hornet F / A-18C Angkatan Laut AS, yang berjudul Simulated Aircraft Maintenance Trainer (SAMT), alat ini berisi simulator kokpit fisik dan F / A-18 virtual (termasuk kokpit virtual) yang ditampilkan di dua layar sentuh 61 inci atau PC. Dengan grafik interaktif 3D kesetiaan tinggi, pelatih SAMT terasa seperti video game dan melibatkan siswa dalam "navigasi alami" dengan bergerak di ruang virtual.

Ide untuk menggunakan pelatihan pemeliharaan virtual atau virtual reality dalam industri dan energi telah menjadi topik diskusi dalam beberapa tahun terakhir. Inovasi ini didukung oleh hasil penelitian Bailey dkk (2017) yang menemukan bahwa *virtual maintenance training* baik berbasis desktop, berbasis gesture, atau berbasis suara, berpotensi untuk menyediakan pelatihan yang siap dan relevan dengan tingkat kesalahan yang berbeda.

Pengelolaan bisa dilakukan melalui 4 tahapan yaitu: Tahap persiapan (*preparation*), pelaksanaan (*execution*), implementasi (*implementation*) dan pelatihan (*training*).

01. Tahap persiapan (*reparation*) bertujuan untuk mendefinisikan dan membuat model CAD, perilaku mekanis dan instruksi kerja. Tahapan terdiri dari 2 aktivitas yaitu (1) persiapan model yang digunakan untuk menentukan perilaku mekanis bagian dalam konten perawatan dan model CAD (model 3D), menjelaskan hubungan bagian-bagian dalam konteks perawatan, mengimpor model 3D ke lingkungan VR. Dan (2) pembuatan WI (*Work Instruction*) merupakan aktivitas menjelaskan tentang proses dan urutan pekerjaan pemeliharaan.
02. Tahap pelaksanaan (*execution*) digunakan untuk mengoperasikan VR-TPP. Yang terdiri dari 4 aktivitas yaitu perekaman, terjemahan, penggunaan VR, dan penilaian. Pertama, perekaman digunakan untuk merekam data dari VR lingkungan (postur gerak tubuh dan posisi, waktu operasi). Postur gerakan dan posisi direkam dalam 3D animasi dan dapat diputar ulang kapan saja. Kedua, terjemahan digunakan untuk mengubah data teknis menjadi data program dan menerjemahkan data tersebut ke media simulasi. Ketiga, Penggunaan VR digunakan untuk menghubungkan ke VR-TPP dan perangkat di mana perangkat Leap Motion, mouse dan keyboard digunakan untuk pengujian. Dalam hal ini pengguna dapat berinteraksi dengan lingkungan VR di VR-TPP dan menerima imersif melalui perangkat tersebut. Keempat, penilaian dalam hal ini memungkinkan melakukan penilaian feasibility penggunaan perangkat VR dan realisme pelatihan VR.
03. Tahap implementasi (*implementation*) digunakan untuk mengimplementasikan VR-TPP setelah tahap persiapan.
04. Tahap pelatihan (*training*) digunakan untuk menetapkan pelatihan VR ke proses pelatihan nyata dan menerapkan program tersebut dengan standar.

Sebuah hasil penelitian dari tentang kajian terkait *virtual maintenance training* berbasis desktop pada sistem pelatihan untuk pesawat militer mendeskripsikan bahwa sistem pelatihan pemeliharaan virtual menyediakan modus belajar terutama mengajarkan pelajar

fungsi, struktur dan prinsip pemeliharaan bagian dan sistem pesawat; dan mode pelatihan memberi pelajar petunjuk tentang bagian yang dioperasikan berikutnya dan alat yang digunakan dengan informasi teks dan menjentikkan bagian-bagian dalam adegan 3D; Serta mode pemeriksaan mensimulasikan sebagai pekerjaan pemeliharaan nyata tanpa petunjuk sama sekali, hanya teks prosedur selanjutnya. Selain itu, perawatan virtual pesawat juga tidak hanya digunakan untuk pelatihan, efek dan hasil pelatihan juga harus dianalisis untuk perbaikan lebih lanjut dalam pengajaran dan penguatan dalam pelatihan.

Seperti kebanyakan simulator pelatihan, penerapan pelatihan pemeliharaan virtual ke dalam program pelatihan memberikan manfaat seperti:

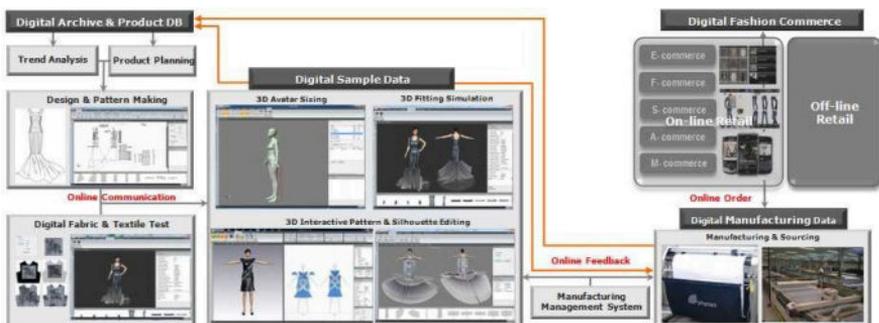
01. Mengurangi biaya: biaya terkait dengan pelatihan langsung yang menggunakan kendaraan atau perangkat dunia nyata, termasuk biaya siklus hidup yang lebih rendah
02. Pastikan keselamatan: siswa aman dari cedera dan pesawatnya aman dari potensi kerusakan yang mungkin terjadi selama pelatihan langsung secara fisik
03. Meningkatkan hasil siswa: melibatkan siswa dalam metode pembelajaran interaktif baru dengan mencampurkan suasana seperti permainan
04. Mudah diakses: siswa selalu memiliki akses ke courseware
05. Adaptabilitas: dapat melatih siswa melalui berbagai skenario yang lebih luas yang dapat dengan mudah diatur ulang.
06. Aids instructor fungsionalitas: instruktur dapat dengan mudah memonitor siswa
07. Kemampuan pelatihan tim: memungkinkan siswa pada setiap komputer atau sistem untuk berinteraksi satu sama lain dan secara bersamaan melakukan tugas pelatihan pemeliharaan

### 3) Costume Simulator

Teknologi virtual reality (VR) dengan cepat diperkenalkan ke industri, termasuk pada bidang pakaian dan mode. Berdasarkan penelitian dari Seok Ko (2013) bahwa pakaian virtual telah dikenal sangat mirip dengan pakaian sebenarnya dan memfasilitasi para desainer mengekspresikan dan mepresentasikan karyanya di *fashion show* yang sebenarnya.

Teknologi ini juga tidak mustahil untuk diterapkan pada dunia pendidikan, sebagaimana kajian dari Kazlacheva dkk (2018) pada Mahasiswa program Sarjana dan Magister Desain, Teknologi dan Manajemen Industri Mode di Fakultas Teknik dan Teknologi, Universitas Trakia Bulgaria, menemukan bahwa penerapan teknologi inovatif yang dihadirkan dalam pendidikan desain busana memberikan materi pembelajaran yang lebih mudah dan terjangkau, memperoleh lebih banyak pengetahuan dalam waktu singkat, mengembangkan kreativitas, kreatif dan keterampilan berpikir visual dan desain, dan secara umum penerapannya dapat meningkatkan kualitas pendidikan. Dalam prosesnya tersebut, penerapan model 3D dalam pendidikan desain, kostum dapat divisualisasikan ke segala arah dan ini adalah cara yang mudah dan berhasil untuk pengenalan dan diferensiasi bentuk kostum.

Bidang yang mewakili pengembangan costume simulator termasuk film dan game 3D, karena sebagian besar karakter dalam film dan game tersebut menggunakan kostum. Berikut gambaran tentang proses industri fashion diubah oleh digital.



Sampel Gambar Digitalisasi Pembuatan Kostum

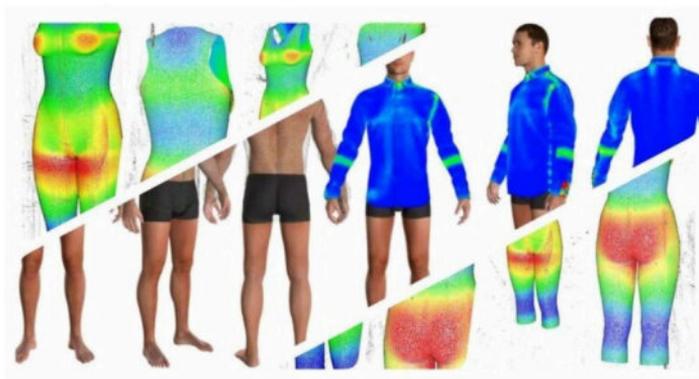
*Pertama, digital fashion commerce.* Pelanggan memesan kostume yang diinginkan terkait model, ukuran dan sebagainya dan dalam hal ini interface pelanggan bisa melalui E-commerce, F-commerce, S-commerce, A-commerce dan M-commerce.

*Kedua, digital manufacturing data.* Permintaan dari pelanggan masuk ke *digital manufacturing data* dan akan diteruskan kepada *digital archive & product DB*.

*Ketiga, digital archive & product DB.* Ini merupakan big data yang digunakan untuk menganalisis trend dan melakukan perencanaan produk. Dengan informasi-informasi dalam big data dan dengan telah masuknya permintaan dari pelanggan sebagaimana di tahap sebelumnya, di bagian ini dilakukan pembuatan sketsa dan tes tekstil. Bila dicermati dari gambar bagian ini diuraikan di data sample digital (*digital sample data*) yang di dalamnya ada proses pengukuran secara 3D, simulasi fitting baju secara 3D serta membuat pola interaktif 3D & editing siluet. Desain kostum di *digital sample data* ini juga diteruskan ke *digital manufacturing data* dan terakhir diterima oleh pelanggan di *digital fashion commerce*.

Berkaitan dengan perkembangan bidang ini, fashion show juga dapat diproduksi dalam bentuk virtual reality 3D. Proses produksi fashion show digital virtual 3D dapat dilakukan dengan proses berikut:

*Pertama, body generation* ialah pembentukan tubuh menyelesaikan gerakan berjalan terakhir untuk panggung peragaan busana dengan menerapkan penangkapan gerak dari gerakan berjalan model nyata ke model virtual 3D di Maya.



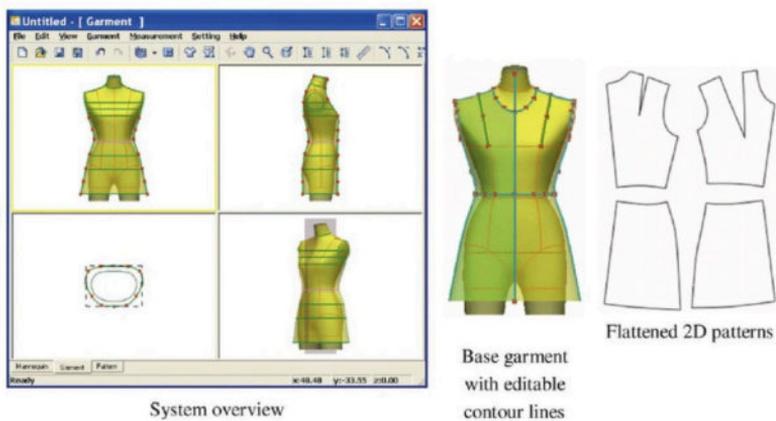
Gambar *body generation*, sumber: taas.nyc.

*Kedua, pattern making.* Untuk pakaian virtual, pola diproduksi untuk setiap item pada tab Pola DC Suite dan diubah menjadi panel.



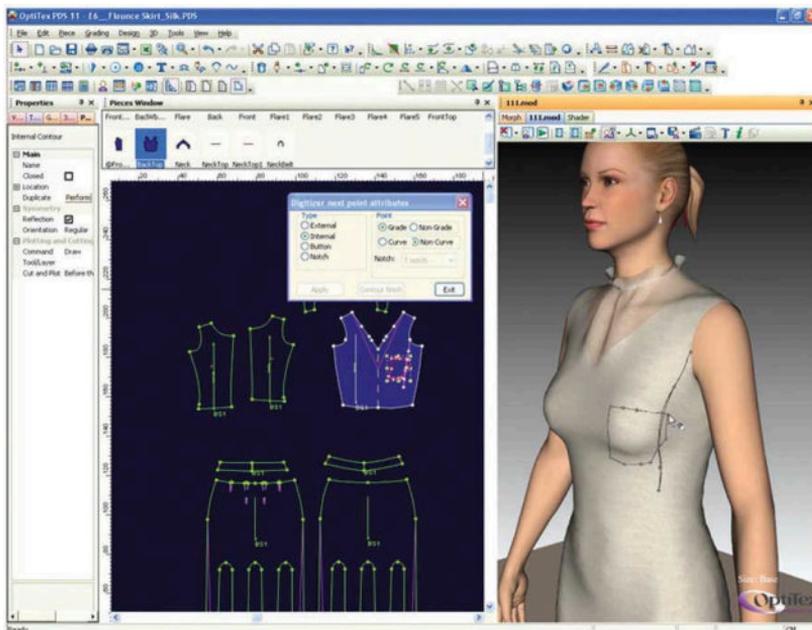
Gambar patern making, sumber: taas.nyc.

Ketiga, *3D Garment construction*. setelah menempatkan setiap panel yang telah selesai pada posisi yang diinginkan pada pakaian 3D, proses pengambilan sampel pakaian yang sebenarnya dengan menghubungkan setiap jahitan dilakukan secara virtual.



Gambar: *3D Garment construction*, sumber: [researchgate.net](http://researchgate.net)

Keempat, *mapping/ 3D simulation* merupakan proses pemetaan material dari setiap item Dan simulasi 3D (Simulasi).



Gambar: *3D simulation*, sumber: [apparelresources.com](http://apparelresources.com)

*Kelima*, 3D rendering yaitu proses menciptakan gambar dari sebuah model melalui program komputer. kostum yang diselesaikan melalui proses sebelumnya diimpor dari Maya menggunakan DC ke Maya, dan rendering dilakukan. Dimensi yang berbeda dari *fashion show* yang sebenarnya.



Gambar: 3D Rendering, Sumber: grabcad.com

Selain itu, teknologi lain yang terkait costume simulator mulai berkembang seperti runway dengan teknologi VR, teknologi Dior Eyes yang dilengkapi dengan gambar kualitas HD dan *integrated holophonic audio*, FX mirror untuk kamar pas virtual, *virtual reality department store* dan sebagainya.

### **Welding Simulator**

Pengelasan (*welding*) merupakan penyambungan dua bahan atau lebih yang didasarkan pada prinsip-prinsip proses difusi, sehingga terjadi penyatuan bagian bahan yang disambung.

Keterampilan welding merupakan keterampilan yang tidak hanya membutuhkan ketangkasan manual, tetapi juga perhatian terhadap banyak detail. Maka pelatihan pengelasan bagi welder meliputi 2 hal, yaitu teori dan praktek.

Materi teori berupa menerapkan keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan hidup, menerapkan sistem mutu, membaca gambar teknik dan simbol las, pemeriksaan dan pengujian hasil las, mengenal karakteristik penggunaan bahan, memotong bahan menggunakan gas (*gas cutting*), proses pengelasan secara umum dan proses pengelasan SMAW. Sedangkan praktek meliputi memotong dengan gas (*cuting*), pelelehan dan penyalaan busur, mengelas posisi 1G, mengelas posisi 2G dan mengelas posisi 3G.

Secara umum, dalam praktek pengelasan terdapat empat macam posisi pengelasan yaitu posisi di bawah tangan (*down hand position*), posisi mendatar (*horizontal position*), posisi vertikal (*vertical position*) dan posisi di atas kepala (*over head position*). Berikut penjelasannya:

01. Posisi di bawah tangan (*down hand position*), posisi dalam pengelasan ini adalah posisi yang paling mudah dilakukan. Posisi ini dilakukan untuk pengelasan pada permukaan datar atau permukaan agak miring, yaitu letak elektroda berada di atas benda kerja.



02. Posisi mendatar (*horizontal position*) Mengelas dengan posisi mendatar merupakan pengelasan yang arahnya mengikuti arah garis mendatar/horizontal. Pada posisi ini kemiringan dan arah ayunan elektroda harus diperhatikan, karena akan sangat mempengaruhi hasil pengelasan. Posisi benda kerja biasanya

berdiri tegak atau agak miring sedikit dari arah elektroda las. Pengelasan posisi mendatar sering digunakan untuk pengelasan benda-benda yang berdiri tegak. Misalnya pengelasan badan kapal laut arah horizontal.

03. Posisi tegak (*vertical position*) Mengelas dengan posisi tegak merupakan pengelasan yang arahnya mengikuti arah garis tegak/vertikal. Seperti pada horizontal position pada vertical position, posisi benda kerja biasanya berdiri tegak atau agak miring sedikit searah dengan gerak elektroda las yaitu naik atau turun (Gambar 6c). Misalnya pengelasan badan kapal laut arah vertikal.



04. Posisi di atas kepala (*over head position*) Benda kerja terletak di atas kepala welder, sehingga pengelasan dilakukan di atas kepala operator atau welder. Posisi ini lebih sulit dibandingkan dengan posisi-posisi pengelasan yang lain. Posisi pengelasan ini dilakukan untuk pengelasan pada permukaan datar atau agak miring tetapi posisinya berada di atas kepala, yaitu letak elektroda berada di bawah benda kerja (Gambar ). Misalnya pengelasan atap gudang bagian dalam.



Seorang welder sebaiknya menghindari (bila mungkin) posisi menghadap ke atas atau pengelasan di atas kepala karena merupakan posisi yang paling sulit. Hal ini sebagaimana sebagaimana hasil studi pendahuluan dari penelitian Restu & Arifin (2018) terkait posisi pengelasan menggunakan *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*, yaitu sebagai berikut:

**Tabel Analisis *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)***

Posisi Pengelasan	Hasil Analisis
Posisi di bawah tangan ( <i>down hand position</i> )	Berisiko tinggi, mengancam dan perlu diterapkan adanya perubahan
Posisi mendatar ( <i>horizontal position</i> )	Berisiko tinggi, mengancam dan perlu diterapkan adanya perubahan
Posisi vertikal ( <i>vertical position</i> )	Berisiko tinggi, mengancam dan perlu diterapkan adanya perubahan
Posisi di atas kepala ( <i>over head position</i> )	Sangat berisiko tinggi, perlu diterapkan adanya perubahan

Untuk mencapai keterampilan welding standar dengan hanya menggunakan metode pelatihan tradisional biayanya mahal, mengingat tingginya biaya kebutuhan logam dan elektroda sebagai bahan habis pakai untuk proses latihan dengan menggunakan mesin las. Maka untuk meminimalisir biaya dan penggunaan material yang banyak dalam pelatihan welding, pelatihan welding dapat dilakukan dengan menggunakan *welding simulator*.

*Welding simulator* merupakan simulator pengelasan yang dapat dipakai oleh para calon *welder* untuk mempelajari ilmu las secara menyeluruh. Selain itu juga efisiensi biaya, mengingat proporsi welding simulator dan alat asli adalah 6:4, sehingga dengan pengguna akan mendapat biaya operasional lebih murah.

Sebagaimana sebuah hasil penelitian dari Fariya & Triwilaswandio (2014) yang menemukan bahwa pelatihan las dengan menggunakan *welding simulator* berbasis wii mote (*Wii\_weld*) berhasil mengurangi biaya training sebanyak 18% atau sekitar Rp 23.455.660.

Pada *welding simulator*, seseorang dapat memilih parameter-parameter pengelasan seperti posisi pengelasan yang akan digunakan, bentuk sambungan las, besarnya sudut pengelasan yang diinginkan, dan lain-lain. Parameter-parameter yang disediakan mesin, dibuat sama dengan parameter lapangan seperti halnya ketika *welder* akan mengelas benda. Maka dari itu, kelebihan dari alat ini adalah pengguna dapat meminimalisir biaya dan penggunaan material selama proses pelatihan welding. Tidak hanya itu, pengguna dapat meminimalkan limbah logam dan meminimalkan polusi udara yang ditimbulkan akibat proses pengelasan.

*Welding simulator* dapat menggunakan beberapa macam teknologi di antaranya *Wii\_remote*, *Kinect System*, *Sensor LED* dan lain-lain.

*Pertama*, simulator pengelasan dapat dirancang dengan teknologi *wii remote* dengan mengintegrasikan:

01. *Wii remote*: yaitu pengontrol utama untuk konsol Nintendo Wii. Fitur utama dari *wii remote* merupakan sensor gerak yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dan memanipulasi benda-benda yang terdapat pada layar melalui pendeteksi gerak dan penunjuk dengan menggunakan teknologi *accelerometer* dan *sensor optic*.
02. *Glove pie*: perangkat lunak yang akan menghubungkan *wiimote* dengan perangkat computer.

03. *Microsoft Visual Studio 2010*: untuk mengembangkan aplikasi dalam *native code* dalam bentuk bahasa mesin yang berjalan di atas windows, sebagai visualisasi gerakan elektroda.

*Kedua*, simulator pengelasan dengan *kinect system*. Kinect adalah teknologi yang memungkinkan sebuah perangkat mendeteksi gerakan pengguna lewat kamera dan melaksanakan perintah sesuai dengan gerakan tersebut. Salah satu alat yang menerapkan teknologi ini adalah sensor gerak Xbox Kinect dari Microsoft, yang memungkinkan pengguna mengontrol game atau aplikasi hanya dengan menggerak-gerakkan bagian tubuh tanpa benar-benar menyentuh perangkat secara fisik.

*Ketiga*, simulator pengelasan dengan sensor LED optical. Sensor optical adalah sensor menggunakan sensor cahaya serta lampu LED merah di bawahnya sebagai pencahaya. Sensor ini mampu menangkap gambar dengan kecepatan 1500 frame per detik sampai 7000 frame per detik. Dengan kecepatan mencapai 45 inci per detik dengan resolusi 2000 count per inci (cpi). Sensor ini dinyatakan memiliki nilai presisi yang lebih baik daripada sensor mekanik.

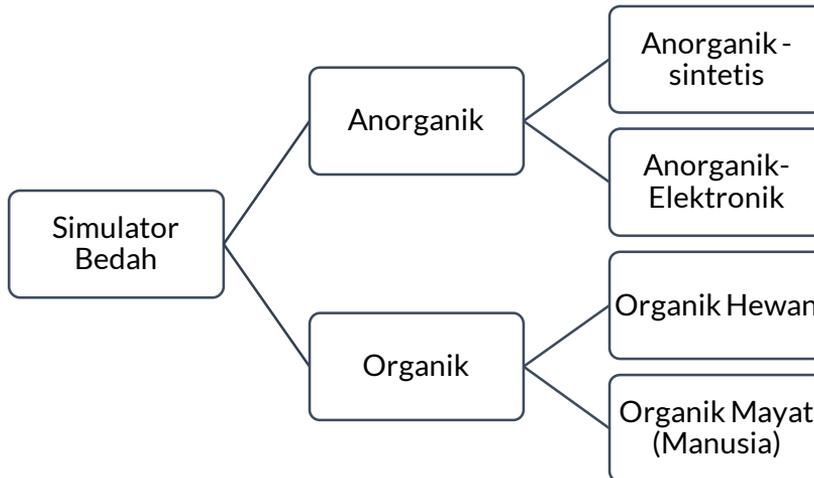
### ***Surgery Simulator***

Pendekatan pedagogis untuk pelatihan bedah telah berubah secara signifikan selama beberapa dekade terakhir, tidak lagi hanya diperoleh melalui model pelatihan magang tradisional, banyak keterampilan teknis dan nonteknis berpindah dari ruang operasi ke laboratorium keterampilan bedah melalui penggunaan simulasi.

Simulasi adalah teknik pendidikan yang memungkinkan penampilan interaktif peserta pelatihan di lingkungan yang mereplikasi skenario klinis dunia nyata, tetapi tidak identik dengan kehidupan nyata. Simulasi ini memberi kesempatan beberapa praktik, sebelum peserta pelatihan merawat pasien yang sebenarnya dan juga memungkinkan cara alternatif untuk memperoleh keterampilan dalam batasan batasan jam kerja dan paparan klinis terbatas.

Pada dasarnya pelatihan bedah terdiri dari pengembangan keterampilan kognitif, klinis dan teknis. Simulasi bedah memberikan kesempatan untuk belajar mandiri melalui evaluasi dan umpan balik berkelanjutan yang memungkinkan peserta untuk memperbaiki kekurangan dalam pelatihan dan kinerjanya, terutama pada keterampilan teknis sebagaimana disebutkan di atas.

Pada umumnya, simulator bedah mencakup simulator organik atau anorganik, sebagaimana deskripsi berikut:



Jenis-Jenis-jenis simulator ini sangat berbeda dalam hal derajatnya “realisme”nya. Berikut penjelasannya:

01. Simulator anorganik sintetis adalah model yang terbuat dari plastik, karet dan lateks. Jenis simulator ini sangat berguna dalam pembelajaran keterampilan bedah dan teknis dasar. Simulator dengan ketepatan rendah biasanya terdiri dari perangkat sederhana yang digunakan untuk mengikat simpul dan teknik penjahitan. Box trainer sering digunakan bersama-sama dengan simulator tersebut, di mana instrumen aktual dan sistem optik yang digunakan secara klinis digunakan untuk memanipulasi jaringan sintetis. Manfaat terbesar dari simulator sintetis tersebut adalah pengembangan koordinasi tangan-mata dan keterampilan motorik yang diperlukan untuk tugas-tugas khusus seperti memotong, menjahit, menggenggam atau memotong struktur.
02. Simulator anorganik elektronik. Simulasi pembedahan pada jenis ini terkait dengan penerapan teknologi khususnya teknologi *realitas virtual* (VR) atau simulasi berbasis komputer yang menjadi semakin populer. (Bagian ini adalah fokus bahasan dan akan dijelaskan lebih lanjut)
03. Simulator organik hewan. Hewan hidup yang dianestesi menyediakan lingkungan dengan kesetiaan tinggi yang memungkinkan peserta untuk mengembangkan keterampilan

psikomotorik dan kognitif yang diperlukan untuk pengaturan operasi. Keuntungan dari model hewan adalah memungkinkan peserta pelatihan untuk bekerja sama sebagai tim dalam operasi langsung melalui penguatan hubungan tim, komunikasi dan gradien otoritas. Mereka telah digunakan secara ekstensif baik dalam pelatihan bedah terbuka dan laparoskopi. Meskipun model hewan ini memberikan umpan balik haptik yang sangat realistis, mereka dibatasi oleh biaya tinggi dan kebutuhan akan pelatihan yang lebih canggih seperti pemantauan perioperatif dan analgesia hewan.

04. Simulator organik mayat manusia. Keuntungan utama dari pelatihan kadaver adalah memperoleh pemahaman rinci tentang anatomi manusia dan hubungannya dengan penyakit. Prosedur kadaver yang biasa dilakukan oleh peserta pelatihan termasuk laparoskopi, endoskopi dan pemotongan vena safena. Sayangnya, penelitian menunjukkan bahwa mereka terbatas dalam hal ketersediaan, biaya tinggi, potensi penularan penyakit menular dan kemungkinan masalah etika.

Pada jenis simulator yang ke tiga di atas atau simulator pembedahan (*surgery simulator*) dengan teknologi VR dideskripsikan sebagai teknologi komputer yang dikembangkan untuk mensimulasikan prosedur pembedahan untuk tujuan pelatihan profesional medis, tanpa memerlukan pasien, mayat, atau hewan.

Sebelum hadirnya teknologi ini, para dokter merasa kesulitan untuk belajar melakukan operasi dengan merasakan langsung menggunakan mayat sebagai bahan untuk belajar. Selain masalah ketersediaannya yang terbatas, biaya tinggi, juga berpotensi adanya penularan penyakit menular dan terkait masalah-masalah etika.

Secara historis, simulator bedah pertama yang menggunakan teknologi realitas virtual (VR) diciptakan oleh Angkatan Darat AS dan Badan Penerbangan dan Antariksa Nasional (NASA). Angkatan Darat AS mengembangkan simulator pengangkatan kandung empedu 3D sementara NASA merancang model ortopedi ekstremitas bawah yang mensimulasikan transfer tendon (Taylor,1996).

Meskipun dilakukan secara virtual, dengan teknologi ini para dokter akan dihadapkan di sebuah ruangan yang mirip dengan ruangan operasi, mereka dapat berjalan kesana kemari keliling ruangan (secara virtual), layaknya sedang melakukan praktek pada dunia nyata. Hal ini membantu mereka untuk bisa terbiasa dengan ruangan operasi. Maka,

teknologi ini sangat membantu peserta pelatihan, terutama calon dokter, untuk melatih keterampilan mereka dengan lebih mudah, lebih hemat juga lebih aman.

Ada dua komponen utama yang diperlukan untuk kursus simulasi ini yaitu kurikulum (konten) dan simulator (teknologi). Meskipun kedua komponen penting untuk mengembangkan kursus pelatihan keterampilan, mengembangkan kurikulum dengan menetapkan ukuran hasil (tujuan) adalah masalah yang paling kritis.

Sebuah studi oleh Fried dkk (2004) telah menunjukkan bahwa penggunaan simulator bedah, jika digabungkan dengan kurikulum formal yang ketat, menanamkan budaya keselamatan meningkatkan kesuksesan bedah, mengurangi kesalahan, dan pada akhirnya meningkatkan standar keselamatan departemen bedah.

*Pertama*, kurikulum, misalnya dengan menggunakan *the full life-cycle curriculum development*, pengembangan kurikulum dimulai dengan mendefinisikan keterampilan, tugas, atau langkah prosedur melalui proses “dekonstruksi tugas”, selanjutnya adalah menentukan ukuran dan metrik hasil, Hasil harus dijelaskan dengan jelas (untuk memastikan keandalan antar penilai lebih besar dari 0,80) dan kemudian metrik yang sesuai dipilih (nilai kuantitatif bila memungkinkan). Tidak hanya langkah-langkah yang benar tetapi kesalahan umum harus dimasukkan dalam ukuran dan metrik hasil. Hal inilah yang menjadi dasar penyusunan isi kurikulum, baik kognitif (dengan instruksi didaktik) serta keterampilan kognitif dan psikomotorik untuk simulator. Bagian didaktik harus diselesaikan dengan tes akhir, untuk memastikan bahwa pelajar memahami apa yang seharusnya dilakukan. Hanya setelah langkah-langkah ini selesai, simulator dapat dikembangkan, karena perangkat harus dapat menggabungkan, memperoleh, dan melaporkan semua data yang ditentukan oleh konten.

*Kedua*, pengembangan simulator. Setelah ukuran / metrik keterampilan, tugas, dan hasil telah ditentukan, para insinyur dan ilmuwan komputer dapat mengembangkan simulator. Meskipun detail teknik tidak terkait dengan kurikulum, masukan klinis dan pendidikan harus terus disertakan dalam pengembangan simulator. Simulator keterampilan bedah mencakup keseluruhan dari saluran Penrose sederhana untuk penjahitan dan pengikatan simpul hingga manekin yang disempurnakan komputer dan mayat sintesis atau virtual reality berbasis komputer (VR).

Simulasi bedah dengan menggunakan VR membutuhkan perangkat teknologi yang setidaknya melingkupi komponen diantaranya phantom haptic, space mouse, LCD 3D dan kacamata 3D.

- a. Phantom haptic. Teknologi haptic, juga dikenal sebagai komunikasi kinestetik atau sentuhan 3D, mengacu pada teknologi apa pun yang dapat menciptakan pengalaman sentuhan dengan menerapkan gaya, getaran, atau gerakan kepada pengguna. Teknologi ini dapat digunakan untuk membuat objek virtual dalam simulasi komputer, untuk mengontrol objek virtual, dan untuk meningkatkan kendali jarak jauh mesin dan perangkat.



- b. Space mouse. Space Mouse adalah alat periferer untuk mengontrol objek tiga dimensi yang dibuat oleh pemrogram komputer. Alat ini merupakan bagian dari barisan depan kelas produk mouse tiga dimensi yang memungkinkan pengguna untuk menggunakan gerakan yang lebih alami dalam memanipulasi objek tiga dimensi di layar.



- c. LCD 3D. LCD 3D merupakan satu perangkat televisi yang mempekerjakan teknik presentasi 3D. Ada beberapa teknik untuk menghasilkan dan menampilkan gambar bergerak 3D. Umumnya teknologi layar 3D untuk memproyeksikan pasangan gambar stereoskopis ke penonton meliputi: Head-mount display (dengan tampilan yang terpisah diposisikan di depan setiap mata, anaglyphic 3D (dengan lensa red-cyan pasif), alternate-frame sequencing (dengan lensa rana aktif), polarisasi 3D (dengan lensa terpolarisasi pasif) dan lensa digunakan terutama untuk melonggarkan fokus mata).
- d. Kacamata 3D. Kacamata 3D merupakan alat bantu vital untuk mendapatkan sensasi tiga dimensi. Kacamata 3D terbagi 2, yaitu kacamata aktif dan pasif. Kacamata 3D aktif adalah kacamata 3D yang mempunyai daya atau baterai untuk menghasilkan tampilan 3D (*LCD Shutter glass*). sedangkan kacamata 3D pasif adalah kacamata 3D yang tidak menggunakan baterai untuk menghasilkan tampilan 3D (*anaglyph dan polarized glass*).



Dengan berbagai kelebihan *surgery simulator* yang menerapkan VR, teknologi ini bukan pengganti seutuhnya dari praktik langsung. Tapi, setidaknya para dokter pemula dapat mencoba belajar sebelum melakukan praktik secara langsung. Sebagaimana temuan dari Nagendran dkk (2009) bahwa bagi peserta pelatihan yang tanpa pengalaman bedah sebelumnya, pelatihan bedah dengan teknologi VR mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas, meningkatkan akurasi, dan mengurangi kesalahan dibandingkan tanpa pelatihan sama sekali.

#### 4. OPTIMALISASI PERALATAN TIK SEKOLAH DALAM Mendukung PEMBELAJARAN MODERN

Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) merupakan proses penyampaian informasi melalui pengolahan data yang melibatkan pengiriman dan penerimaan informasi dengan menggunakan simbol tertentu. TIK dalam berbagai aspek melibatkan teknologi, rekayasa, dan teknik pengelolaan yang digunakan dalam pengendalian dan pemrosesan informasi serta penggunaannya, hubungan computer dengan manusia dan hal ini pemanfaatan TIK dalam bidang Pendidikan, memberikan kesempatan bagi pelajar untuk mengakses materi pembelajaran yang disajikan dalam bentuk interaktif melalui jaringan computer.

TIK menawarkan peningkatan kualitas pembelajaran yang dapat dimanfaatkan dalam meningkatkan pengembangan dan profesionalitas tenaga pengajar, sebagai sumber belajar dalam pembelajaran, sebagai alat bantu interaksi pembelajaran, dan sebagai wadah pembelajaran (Depdiknas, 2004)

Menurut Rosenberg, dengan berkembangnya penggunaan TIK ada lima pergeseran dalam proses pembelajaran yaitu:

- a. Dari pelatihan ke penampilan
- b. Dari ruang kelas ke dimana saja dan kapan saja
- c. Dari kertas ke online
- d. Dari fasilitas fisik ke fasilitas jaringan kerja
- e. Dari waktu siklus ke waktu nyata

##### **TIK di dunia Pendidikan Indonesia**

Penggunaan TIK di Indonesia bukanlah hal yang baru. Inisiatif pembelajaran melalui siaran radio Pendidikan dan Televisi Pendidikan merupakan salah satu upaya yang dilakukan pemerintah dalam rangka penyebaran informasi ke satuan-satuan Pendidikan yang tersebar di seluruh nusantara, sebagai wujud nyata akan pengoptimalan teknologi.

Kemudian masuklah teknologi computer dengan kemampuan mengolah dan menyajikan tayangan multimedia seperti teks, grafis, gambar, suara, dan video atau gambar bergerak memberikan peluang baru untuk mengatasi kelemahan radio dan TGV yang sifatnya satu arah.

Kini dengan adanya internet, selama memiliki koneksi maka pembelajaran dapat dilakukan kapan pun dan dimana pun tanpa

terhalang batas ruang dan waktu. Selain aplikasi unggulan tersebut beberapa TIK yang dapat digunakan untuk pembelajaran, antara lain:

### **Buku Elektronik (E-Book)**

e-book merupakan salah satu teknologi yang memanfaatkan computer untuk menayangkan informasi multimedia, dalam sebuah e-book tak hanya berupa buku yang berbentuk elektronik, tetapi dalam e-book juga dapat diintegrasikan dengan tayangan suara, grafik, gambar, animasi maupun video sehingga informasi yang disajikan lebih kaya dibandingkan buku konvensional.

### **E-Learning**

E-learning merupakan salah satu sistem pembelajaran yang populer era ini. Kemudian Rosenberg menyatakan bahwa e-learning merupakan salah satu penggunaan internet dalam penyampaian pembelajarannya dapat menjangkau secara luas yang berlandaskan tiga kriteria, yaitu :

- a. E-learning adalah jaringan dengan kemampuan untuk memperbaharui, menyimpan, mendistribusi, dan membagi materi ajar atau informasi.
- b. Pengiriman sampai ke pengguna terakhir melalui computer dengan menggunakan teknologi internet yang standar.
- c. Memfokuskan pada pandangan yang paling luas tentang pembelajaran di balik paradigma pembelajaran tradisional.

### **Fungsi TIK dalam pembelajaran**

- a. Sebagai alat bantu untuk siswa dalam pembelajaran, misalnya untuk guru membuat program administrasi untuk siswa, bagi siswa teknologi dapat membantu dalam hal mengolah kata, angka, dan lainnya.
- b. Teknologi berfungsi sebagai ilmu pengetahuan (science).
- c. Teknologi sebagai alat bantu dan bahan dalam pembelajaran.

## Teknologi Pembelajaran Jarak Jauh

- a. Pemanfaatan Media Video Conference
  - ✓ Microsoft Team
  - ✓ Cisco Webex
  - ✓ Google Meet
  - ✓ Google Classroom
  - ✓ Zoom
  - ✓ Skype
  - ✓ Jitsi Meet
  - ✓ Ring
  - ✓ Lifesize
  - ✓ Slack
  - ✓ CloudX
  - ✓ Whatapp
  - ✓ Google Duo
  - ✓ Whereby
  - ✓ FaceTime
  
- b. Permasalahan Pemanfaatan Media Conference
  - ✓ Bandwith
  - ✓ Quota

## Teknologi Virtual Learning System

Virtual Learning merupakan proses pembelajaran yang terjadi di kelas maya yang berada dalam *cyberspace* melalui jaringan internet (Pannen, 1999). Penerapan virtual Learning untuk mengatasi masalah keterbatasan ruang dan waktu antara siswa dan pengajar melalui media computer. Dengan menerapkan virtual learning siswa dapat mempelajari bahan belajar sendiri. Dalam system penilaian dilakukan secara jarak jauh melalui computer dan bersifat terbuka, sehingga siswa dapat mengikuti penilaian kapan saja.

Konsep virtual learning dikembangkan bukan untuk menggantikan pembelajaran tatap muka, namun sebagai penggabungan pembelajaran dalam rangka meningkatkan kualitas pembelajaran agar lebih efektif dan efisien. Prinsip dalam virtual learning adalah otoritas dan kolaborasi. Otoritas dalam hal ini siswa memiliki tanggung jawab dalam menentukan materi, akses terhadap sumber belajar, waktu yang dimiliki, media yang akan digunakan, serta tempat dan langkah-langkah yang dilakukan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Sedangkan kolaboratif mengandung arti siswa dituntut untuk dapat berinteraksi dengan atau berkolaborasi dengan guru, tutor atau siswa lainnya.

## Permasalahan Virtual Learning System

- a. Masalah akses terhadap internet, khususnya di daerah terpencil secara geografis dan masyarakat dengan tingkat social-ekonomi rendah.
- b. Menuntut siswa untuk bertanggung jawab atas proses belajar.
- c. Menuntut adanya pelatihan dan bantuan teknis baik untuk guru maupun siswa serta dukungan rancangan pembelajaran selama pembelajaran tersebut disajikan secara online.
- d. Tidak ada mekanisme yang mengontrol kualitas dan meyakinkan bahwa informasi yang disajikan di Internet adalah akurat.
- e. Teknologi informasi tidak dapat menggantikan kehadiran pendidik dalam interaksi bimbingan
- f. Virtual learning belum terlalu efektif untuk keterampilan produktif dan pengembangan sikap.

## Virtual Learning Sistem Menggunakan Moodle

Platform CMS untuk media pembelajaran elektronik atau e-learning yang bisa digunakan untuk membuat modul pelajaran, test online dan sebagainya. Manfaatnya:

- a. Aktifitas pembelajaran dapat terpantau dan dilaporkan
- b. Memberikan kesempatan kepada pelajar untuk menghadiri kelas kembali
- c. menyederhanakan pendistribusian materi pembelajaran ke pelajar

## Perangkat Keras TIK

Perangkat keras adalah produk atau hasil rekayasa manusia yang berwujud, dapat dilihat dan diraba. Perangkat keras TIK yang biasa digunakan dalam proses pembelajaran antara lain:

- a. Komputer
- b. Headset
- c. Un-Interruptible Power Supply (UPS)
- d. Wereless Router
- e. Switch Hub
- f. Kabel UTP
- g. Connector
- h. Projector

## Perangkat Lunak TIK

- a. Software/aplikasi
- b. Kuota Internet

## Laboratorium TIK SMK

Laboratorium TIK adalah segala jenis ruangan yang berisikan instalasi computer baik tunggal maupun jaringan. Pengertian Instalasi computer juga mencakup ruang server, ruang control jaringan computer LOKAL (LAN) dan ruangan pengolahan/penyimpanan data digital.

## Prasyarat Utilitas Ruang

- a. Laboratorium computer dilengkapi 1 (satu) pintu, di depan yang membuka keluar.
- b. Bukaannya cahaya (jendela) minimal 7,2 m<sup>2</sup>
- c. Bukaannya ventilasi udara (lubang angin) minimal 3,6 m<sup>2</sup>
- d. Jumlah titik lampu minimal 4 (empat), masing-masing lampu TL (20 watt)
- e. Pemasangan teralis pada kusen jendela dan perkuatan pintu teralis pada kusen pintu.
- f. Laboratorium computer memiliki MBC sendiri.
- g. Ketersediaan daya listrik yang mencukupi sesuai dengan jumlah konsumsi daya listrik dari peralatan yang direncanakan.
- h. Jalur instalasi dan kontak listrik pada lantai yang mendukung rencana layout rencana penempatan peralatan computer.
- i. Tersedia APAR (alat pemadam api ringan) yang mudah dijangkau dan digunakan;
- j. Untuk laboratorium computer yang didesain dengan fasilitas AC, spesifikasi kapasitas AC yang disediakan minimal 2x1PK atau 1x 2PK.

## 5. PENGEMBANGAN FASILITAS SEKOLAH UNTUK MENYIAPKAN DIGITAL TALENT DAN EMPLOYABILITY SKILLS

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh *The Future of Jobs Report*, *World Economic Forum*, US Department of Labor & Bureau of Labor Statistics pada beberapa perusahaan besar bagaimana kebutuhan dari industri yang dibutuhkan saat ini, dalam penelitian tersebut ditemukan sebanyak 87% perusahaan menyatakan bahwa digitalisasi merupakan sebuah prioritas. Itu artinya, dalam dunia kerja saat ini sangat sarat dengan digitalisasi.

*“Vocational education will be efficient in proportion as the environment in which the learner is trained is a replica of the environment in which he must subsequently work” -CHARLES PROSSER-*

Charles Prosser yang dikenal sebagai bapak Vocasi dunia menyatakan bahwa Pendidikan vocasi yang efektif adalah dengan cara membuat replika dari sebuah industri. Artinya, lingkungan kerja dan peralatan yang ada di SMK sebaiknya merupakan replikasi dari sebuah industri. SMK harus melahirkan generasi yang bermutu atau siap kerja.

### a. Digital Talent

Digital talent adalah seseorang yang memiliki bakat dengan kemampuan beradaptasi dengan teknologi digital dan memahami keberadaan dari industri 4.0. Oleh sebab itu penting bagi SMK untuk dapat menanamkan *digital talent* kepada anak didiknya, yaitu dengan cara sebagai berikut:

- Menanamkan pentingnya penguasaan digital

Menanamkan kepada diri siswa SMK bahwa penguasaan digital pada era saat ini merupakan hal yang sangat esensial dan harus dikuasai. Dengan demikian siswa dapat menyesuaikan diri dengan tuntutan yang ada di dunia digital tersebut.

- Melaksanakan pembelajaran berbasis digital

Kita harus mulai membiasakan diri dengan melakukan pembelajaran dengan menggunakan teknologi digital, baik penyampaian teori-teori maupun yang bersifat praktek.

- Mengembangkan pola pikir digital

Dalam hal ini kita harus mulai mengubah pola pikir siswa untuk memiliki pola pikir digital, sehingga apa pun yang dilakukan harus dipertimbangkan sesuai perkembangan di dunia usaha dan industri.

**b. Bagaimana mengetahui *Digital Talent***

- *Hard Skill (such as data analytics)*
- *Soft digital skills (such comfort with ambiguity)*
- *Digital roles that have been created as a result of digital transformation activities*

**c. Macam-macam *Digital Talent***

- Hard Talent yaitu tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menjalankan mesin dan mengoperasikan teknologi tertentu
- Soft talent adalah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk meningkatkan bisnis di bidang non technical, seperti customer learning

**d. Cara mengembangkan *Digital Talent***

- Ciptakan lingkungan pembelajaran yang mendukung
- Menyediakan cara kerja yang fleksibel dan kolaboratif
- Berikan kesempatan untuk mengembangkan digital talent
- Menyiapkan SDM

**e. Mempersiapkan *Digital Talent***

- Identifikasi kebutuhan teknologi di setiap program studi
- Mapping kompetensi/ teknologi dengan kapasitas sekolah
- Kerja sama dengan industry pendamping
- Sinkronisasi pembelajaran di sekolah dengan Teknologi Terkini
- Pelatihan khusus

Kemudian, yang tak kalah penting adalah kebutuhan skill (keterampilan) di masa depan yang berdasarkan penelitian tersebut ada 9 (Sembilan) skill yang dibutuhkan, antara lain :



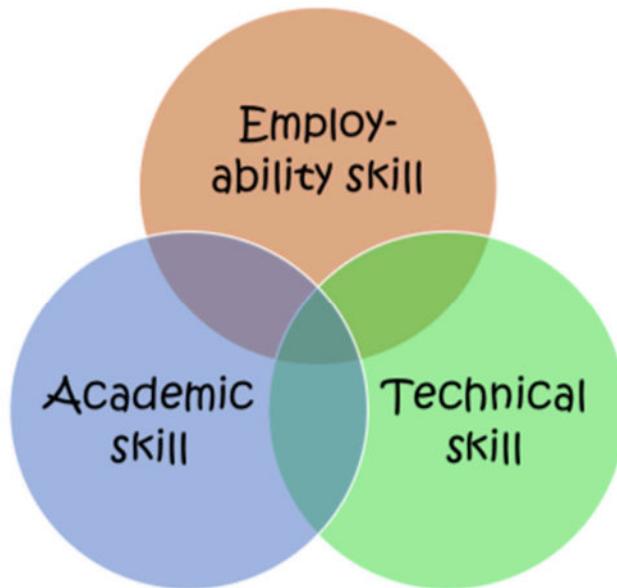
Dari 9 Skill tersebut di atas yang dibutuhkan dalam dunia usaha dan industry, ada 5 keterampilan utama yang sangat menunjang dan berkontribusi dalam kesuksesan seseorang yang kelak ketika masuk di dalam dunia usaha atau industry, antara lain : *Complex Problem Solving, Social Skill, Process Skill, System Skill* dan *Cognitive Abilities*.

#### f. Employability Skill

*Employability skill* merupakan suatu keterampilan yang memungkinkan seseorang untuk mendapatkan pekerjaan atau dapat tetap bekerja, meliputi keterampilan personal, keterampilan interpersonal, sikap, kebiasaan, dan perilaku (Lankard, 1990).

*Employability skill* sering disebut juga dengan kecakapan dalam bekerja atau keterampilan yang dibutuhkan seseorang untuk bisa bekerja. Dalam prakteknya, *employability skill* memiliki irisan dengan *technical skill* dan *academik skill* yang menurut Bennet (2006:1) merupakan tantangan terbesar dunia Pendidikan saat ini, yaitu dengan menghasilkan yang memiliki kemampuan dari tiga kemampuan tersebut.

Technical skill merupakan kemampuan kejuruan atau teknis yang diperoleh melalui pelatihan, pengalaman praktis, atau Pendidikan formal. Sedangkan *academic skill* merupakan kecakapan dalam berfikir rasional.



*Employability skill* adalah kemampuan untuk

- Belajar Berinovasi  
Hal ini meliputi kemampuan untuk mengambil resiko, problem solving serta kreativitas dan keingintahuan.
- Informasi, Media dan Teknologi  
Hal ini meliputi adanya kesadaran global, kemampuan literasi media dan literasi teknologi.
- Komunikasi yang efektif  
Hal ini seseorang harus memiliki kemampuan berkomunikasi dalam tim kerja dan berkolaborasi, kemampuan komunikasi interaktif, dan tanggung jawab pribadi dan social.
- Terampil dalam hidup dan berkarir

Seseorang dituntut untuk dapat memiliki kemampuan leadership (kepemimpinan), memiliki inisiatif dan fleksibilitas serta mudah beradaptasi.

**g. Strategi yang harus dilakukan SMK**

- Lingkungan belajar di SMK mendukung pembelajaran abad 21
- Ruang kelas dikondisikan untuk membangun *digital skill* dan *employability skill*
- Laboratorium dan bengkel dilengkapi dengan peralatan yang sesuai tuntutan Revolusi Industri 4.0
- Kolaborasi dengan stakeholder untuk mengidentifikasi skill yang dibutuhkan di masa depan.
- Meningkatkan kualitas SDM di SMK khususnya terkait *human-digital skill*
- Memfasilitasi pengembangan jiwa kewirausahaan (produksi, distribusi inovasi) dll.

Pengembangan *Employability Skill* di SMK dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain:

- Pendekatan Sintifik.  
Dalam pendekatan ini maka yang harus dilakukan oleh para pemangku kebijakan adalah dengan menerapkan: Model pembelajaran berbasis masalah (PBL), Pembelajaran berbasis proyek (PjBL)
- Kurikulum Berbasis Kompetensi (KBK)  
Keleluasaan pihak sekolah sesuai dengan kemampuan dan potensi sekolah yang ada, kebutuhan dan kemampuan peserta didik, serta kebutuhan masyarakat di sekitar sekolah.
- Manajemen Berbasis Sekolah (MBS)  
Desentralisasi bidang Pendidikan yang ditandai dengan adanya otonomi yang luas di tingkat sekolah, mengacu pada koridor dan kerangka kebijakan nasional.
- Metode lain
  - ✓ Mata pelajaran khusus
  - ✓ Pelatihan
  - ✓ Organisasi ekstrakurikuler
  - ✓ Penyertaan materi *employability skill* dalam mata pelajaran yang relevan.

## h. Strategi Pengembangan Fasilitas SMK

- **Tentukan Tujuan**

Dengan menentukan tujuan, maka:

- Tujuan akan membuat proyek lebih fokus dan terarah.
- Tentukan tujuan secara spesifik
- Tujuan disepakati dengan komitmen bersama

Contoh: digitalisasi Sarana dan Prasarana Program TKR

- **Identifikasi Kebutuhan**

- Cari sebanyak-banyaknya informasi yang diperlukan
- *Bainstorming/Focus Group Discussion*
- Pelajari Flow Proses bisnis di sekolah
- Kerja sama dengan industry pendamping

Contoh: teknologi, peralatan, kompetensi untuk indicator kesuksesan

- **Buat Skala Prioritas**

- Bandingkan setiap kegiatan sesuai dengan prioritas
- Prioritas dapat diukur berdasarkan impact
- Mulai dari hal yang sederhana namun berdampak

- **Buat Schedule dan Action Plan**

- Susun aktivitas sesuai dengan skala prioritas
- Buat timeline proses pengembangan
- Tentukan penanggungjawab setiap proses
- Susun tim untuk menyelesaikan tugas

- **Monitoring dan evaluasi**

- Buat control untuk monitor progress pengembangan
- Update setiap proses pengembangan
- Catat kendala yang ditemukan
- Evaluasi proses yang terkendala
- Evaluasi dapat menentukan pengembangan selanjutnya

- **Upskill Sumber Daya Manusia**

- *Brainstorming* pengembangan yang sedang dilakukan
- Buat pelatihan khusus sesuai identifikasi kebutuhan
- Perkuat *soft skill* untuk mendukung *technical skill*



## 6. SARPRAS UNTUK MENINGKATKAN SKILL PEMIKIRAN KOMPUTASI DAN PEMBELAJARAN STEM

Salah satu kecakapan yang penting dimiliki oleh peserta didik SMK di masa sekarang adalah pemikiran komputasi atau *computational thinking* (CT). Kecakapan ini diperlukan untuk menyiapkan lulusan yang berdaya saing di era ekonomi digital. Kecakapan ini mengajarkan peserta didik bagaimana berpikir seperti cara ilmuwan komputer berpikir, untuk menyelesaikan permasalahan di dunia nyata.

Berpikir komputasi juga bermanfaat untuk melatih otak supaya terbiasa berpikir secara logis, terstruktur dan kreatif. Kita akan diajarkan memahami masalah, mengumpulkan semua data, lalu mulai mencari solusi sesuai dengan masalah yang dihadapi. Itulah mengapa dalam *computational thinking*, ada yang disebut dengan dekomposisi, yaitu memecah masalah yang kompleks menjadi masalah-masalah yang kecil untuk diselesaikan.

Sebagai contoh, ketika kita ingin membuat semangkok bakso, kita diharuskan memahami cara membuat bakso, lalu kita mengumpulkan bahan-bahan, lalu baru mulai membuat semangkok bakso. Ketika membuat bakso kita juga harus menyiapkan kompor, panci, daging sapi, terigu, mie, bumbu, saos, dan lain sebagainya. Semua itu merupakan sebuah proses bernama dekomposisi.

Dari proses tersebut kita bisa pahami bahwa untuk mengimplementasikan *computational thinking* adalah dengan memahami masalah, mengumpulkan semua data, lalu mulai mencari solusi sesuai dengan masalah.

Berpikir komputasi melibatkan pemecahan masalah, merancang sistem, dan memahami perilaku manusia dengan menggambar pada konsep yang fundamental untuk ilmu komputer. Berpikir seperti ilmuwan komputer berarti lebih dari sekadar mampu memprogram komputer. Ini membutuhkan kemampuan untuk mengabstraksi dan dengan demikian berpikir pada berbagai tingkat abstraksi.

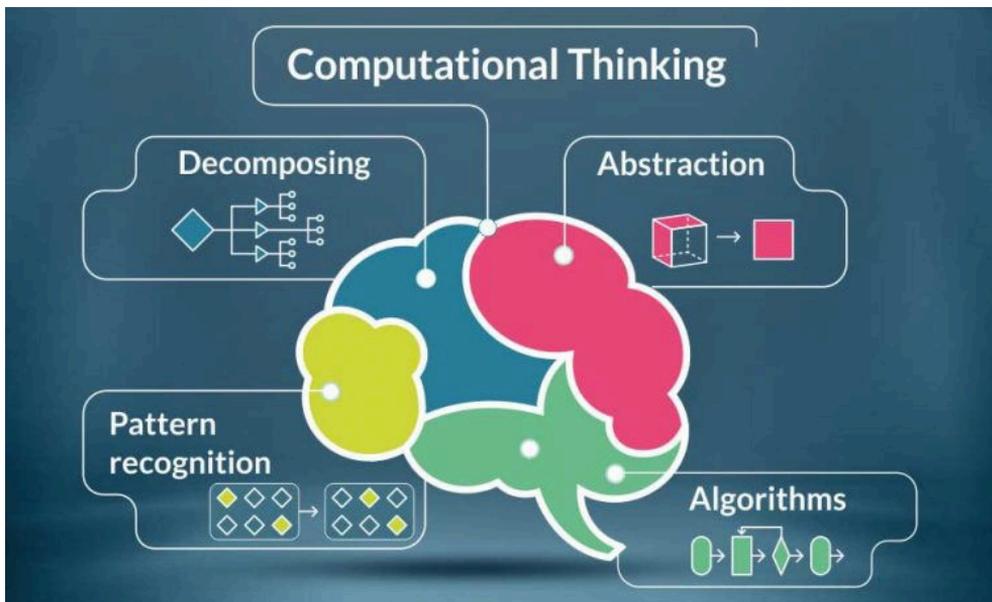
Awalnya istilah *Computational Thinking* atau Berpikir/Pemikiran Komputasi digaungkan oleh Seymour Papert (1980) dalam bukunya yang berjudul "Mindstorm". Ketika itu Papert berfokus pada dua aspek komputasi: *pertama*, bagaimana menggunakan komputasi untuk menciptakan pengetahuan baru, dan *kedua*, bagaimana menggunakan komputer untuk meningkatkan pemikiran dan perubahan pola akses ke pengetahuan.

Jeannette Wing adalah Kepala Departemen Ilmu Komputer di Universitas Carnegie Mellon, dalam pidato utama dari Asia Faculty Summit tahun 2012 dia membawa pendekatan yang dimodifikasi dan perhatian baru pada pemikiran komputasi atau Computational Thinking.

Jeannette juga memberikan contoh pemikiran komputasi, bahwa hal itu telah mempengaruhi disiplin ilmu lain, dan mempromosikan gagasan bahwa mengajar pemikiran komputasi tidak hanya dapat menginspirasi generasi masa depan untuk memasuki bidang ilmu komputer tetapi bermanfaat bagi semua orang di segala bidang.

Computational Thinking dilakukan pada sisi manusia, sehingga dapat digunakan pada berbagai bidang, tidak hanya pada dunia computer science. Ada empat teknik kunci dalam Computational Thinking, yaitu:

- Decomposition – memecah masalah yang lebih besar/kompleks menjadi bagian-bagian yang lebih kecil/ sederhana.
- Pattern recognition – mencari/menemukan pola/kesamaan antar masalah maupun dalam masalah tersebut.
- Abstraction – fokus pada informasi penting saja, dan mengabaikan detail yang kurang relevan.
- Algorithms – membangun langkah-langkah solusi terhadap masalah.



Pada Tahun 2012, kurikulum nasional Inggris mulai memperkenalkan ilmu komputer atau Computer Science (CS) kepada semua siswa. Di Singapura, sebagai bagian dari inisiatif “Smart Nation”, telah memberi label pengembangan CT sebagai “kemampuan nasional”. Bahkan negara-negara lain, dari Finlandia hingga Korea Selatan, Cina hingga Australia dan Selandia Baru, telah meluncurkan upaya skala besar untuk memperkenalkan CT di sekolah-sekolah, sebagai bagian dari kurikulum CS baru atau diintegrasikan ke dalam mata pelajaran yang ada. Di Amerika Serikat, mantan Presiden Barack Obama meminta semua siswa K-12 (SD sampai SMA) untuk dilengkapi dengan keterampilan CT sebagai bagian dari inisiatif “Computer Science for All” pada tahun 2016.

### **Mengapa CT Penting Diajarkan di SMK?**

Berpikir komputasi adalah teknik pemecahan masalah yang sangat luas wilayah penerapannya, tidak hanya untuk menyelesaikan masalah seputar ilmu computer saja, tapi juga untuk menyelesaikan berbagai masalah di dalam kehidupan sehari-hari.

Melalui kemampuan CT ini, para peserta didik di SMK akan belajar bagaimana berpikir secara terstruktur, seperti halnya ketika para software engineer menganalisa kebutuhan dan merencanakan pengembangan software.

Sebagai sebuah pendekatan maka CT sangat penting dimiliki seorang siswa SMK. Karena memungkinkan mereka menstrukturisasi penyelesaian masalah yang rumit. Dimana kecakapan complex problem solving dan berpikir kritis ini merupakan dua keahlian terpenting yang diperulka pada masa depan,

Menurut World Economic Forum, kemampuan CT akan membuat peserta didik lebih siap dalam bertahan dan bersaing.

Karakteristik berpikir komputasi menurut asosiasi guru ilmu komputer dunia (CSTA, 2011) adalah:

- a. Mampu memberikan pemecahan masalah menggunakan computer atau perangkat lain
- b. Mampu mengorganisasi dan menganalisa data
- c. Mampu melakukan representasi data melalui abstraksi dengan suatu model atau simulasi.
- d. Mampu melakukan otomatisasi solusi melalui cara berpikir algoritma.
- e. Mampu melakukan identifikasi, analisa dan implementasi solusi dengan berbagai kombinasi langkah / cara dan sumber daya yang efisien dan efektif.

- f. Mampu melakukan generalisasi solusi untuk berbagai masalah yang berbeda.

Untuk menunjang tumbuhnya kemampuan berpikir komputasi tentu ada alat atau sarana dan prasarana yang dibutuhkan. Alexander Repening dari Universitas Northwestern, Swiss dalam artikel ilmiahnya berjudul 'PRINCIPLES OF COMPUTATIONAL THINKING TOOLS' mengatakan, tujuan mendasar dari alat/sarpras berpikir komputasi adalah mendukung semua tahapan dari proses berpikir komputasi. Pemrograman harus dan berupa literasi yang menarik dan memungkinkan pembelajaran konstruktif untuk semua. Lebih lanjut Alexander Repening mengatakan jika alat berpikir komputasi harus mengarah pada tiga prinsip:

- a. Mendukung perumusan masalah. Mirip dengan bermain dengan angka dalam *spreadsheet*, menggunakan alat peta pikiran, atau hanya mencoret-coret di papan tulis,. Alat Berpikir Komputasi harus memberdayakan pengguna untuk menjelajah representasi tanpa perlu kode.
- b. Mendukung pencarian solusi. Alat berpikir komputasi harus dapat digunakan oleh yang tidak memiliki kemampuan pemrograman sekalipun, makanya agar relevan bisa berupa simulasi atau game.
- c. Mendukung pelaksanaan dan evaluasi. Alat berpikir komputasi harus dapat memberi gambaran bagaimana visualisasi eksekusi.

## Sarpras untuk CT dan STEM

### a. Multimedia Interaktif

Pengertian multimedia dapat berbeda dari sudut pandang orang yang berbeda. Secara umum, multimedia berhubungan dengan penggunaan lebih dari satu macam media untuk menyajikan informasi.

Multimedia berasal dari kata multi dan media. Multi berasal dari bahasa latin, nouns yang berarti banyak atau bermacam – macam. Sedangkan kata media berasal bahasa latin, yaitu medium yang berarti perantara atau sesuatu yang dipakai untuk mengantarkan, menyampaikan, atau membawa sesuatu. Berdasarkan itu multimedia merupakan perpaduan antara berbagai media (format file) yang berupa teks, gambar (vektor atau bitmap), grafik, sound, animasi, video, interaksi, dan lain-lain yang telah dikemas menjadi file digital (komputerisasi), digunakan untuk menyampaikan atau mengantarkan pesan kepada publik. Multimedia adalah suatu kombinasi data atau media untuk menyampaikan suatu

informasi sehingga informasi itu tersaji dengan lebih menarik (Munir 2012).

Contoh multimedia interaktif adalah multimedia pembelajaran interaktif, aplikasi Games, dan lain-lain. Contoh multimedia atau apps pemrograman yang bisa membantu siswa untuk belajar pemrograman tanpa mengetik kode adalah salah satunya google blockly. Menurut Marron (2012) Google ingin mengubah hal tersebut dengan merilis Blockly, sebuah bahasa pemrograman visual yang membuat penggunaanya bisa menciptakan program tanpa mengetikkan satu huruf pun pada keyboard.

Oleh karena itu diharapkan dengan adanya Blockly ini bisa membantu siswa lebih mudah untuk belajar kode pemrograman dalam proses pembelajaran. Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa multimedia interaktif sebagai alat yang dikontrol leluasa oleh penggunaanya dan dapat terjadi umpan balik antara aplikasi dan penggunaanya.

## b. Minfecraft



Minecraft adalah permainan video sandbox yang dibuat oleh pengembang Swedia Markus Persson, dirilis oleh Mojang pada tahun 2011 dan dibeli oleh Microsoft pada tahun 2014. Ini adalah video game terlaris sepanjang masa, yang terjual lebih dari 180 juta di semua

platform pada akhir 2019, dengan lebih dari 112 juta pemain aktif bulanan.

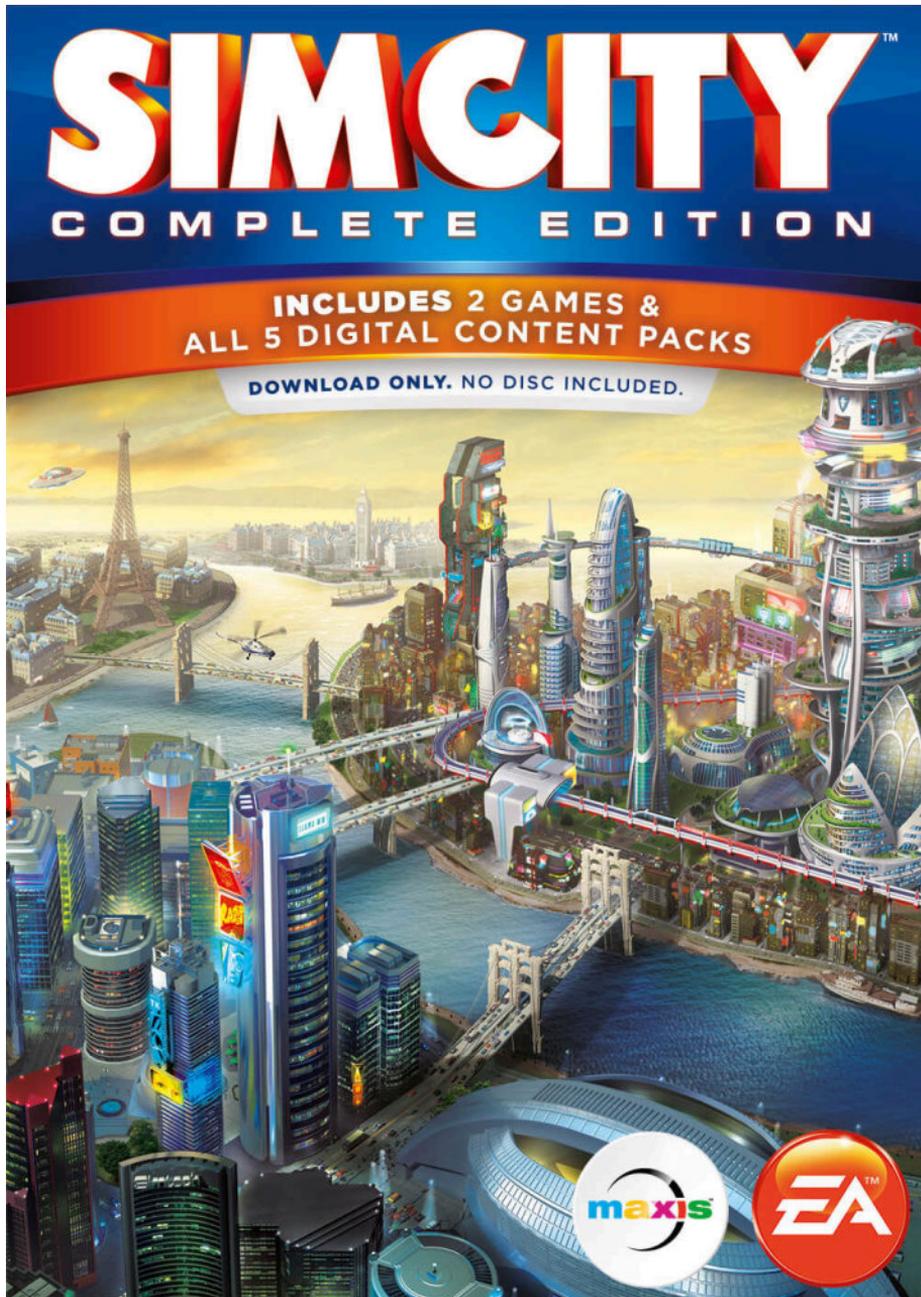
Di Minecraft, pemain menjelajahi dunia 3D yang kotak-kotak, pixel, dengan biome Minecraft Yang beragam Mulai dari Plains, Birch, Spruce, Nether, Crimmson Forest, Warped Forest, Soulsand Velly dll. yang dihasilkan secara prosedural, dan dapat menemukan dan membuat dari bahan baku, alat kerajinan, membangun struktur atau pekerjaan tanah, dan, tergantung pada mode permainan, dapat melawan musuh yang dikendalikan oleh kode komputer, serta baik bekerja sama atau bersaing dengan pemain lain di dunia yang sama.

Minecraft telah digunakan di lingkungan pendidikan, terutama di bidang sistem komputasi, karena komputer virtual dan perangkat keras telah dibangun di dalamnya. Sejumlah game spin-off juga telah dikembangkan, seperti Minecraft: Story Mode, Minecraft Earth, dan Minecraft Dungeons.



c. Simcity

SimCity adalah permainan simulasi dan membuat kota pada komputer pribadi yang dirancang oleh Will Wright dan pertama kali dirilis pada



1989. SimCity merupakan produk pertama Maxis dan telah dibuatkan banyak versi komputer pribadi dan konsol permainan, dan diperbarui menjadi berbagai versi baru, antara lain SimCity 2000 pada 1993, SimCity 3000 pada 1999, SimCity 4 pada 2003, serta SimCity DS dan SimCity Societies pada 2007.

SimCity original kemudian diberi nama SimCity Classic. Sampai dirilisnya The Sims pada tahun 2000, seri SimCity adalah seri Maxis yang paling banyak terjual. Simcity Terbaru Yaitu SimCity Societies Pada Tahun 2007. Karena Susah Untuk Di Mainkan Sehingga Orang Lebih Suka Simcity 4 Dan SimCity 3000 Atau Pindah Ke Saingan Simcity Yaitu Citylife Dan Cites XL.

Senior Vice President dan General Manager EA Maxis, Lucy Bradshaw, seperti dikutip Gamesindustry, Minggu (20/1/2013) menuturkan, "Selama beberapa dekade, SimCity telah diangkat oleh komunitas pendidikan sebagai videogame menarik." Ia mengatakan, game ini mampu memberikan pengalaman belajar yang kuat. Selain itu, mengajarkan keterampilan pemecahan masalah melalui gameplay simulasi sipil atau kewarganegaraan imajinatif.

Lebih lanjut Lucy mengatakan, melalui kemitraan dengan GlassLab, SimCity akan menjadi dasar dari sebuah program untuk menghadirkan pembelajaran yang diharapkan dapat menginspirasi anak-anak muda saat ini. Game ini juga kabarnya diperuntukkan bagi pelajar yang memiliki minat yang kuat pada mata pelajaran STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics).





**BAGIAN 4**

**PRAKTIK BAIK  
DIGITALISASI SARPRAS**





## Implementasi Pengembangan Fasilitas SMK Untuk *Digital Talent & Employability Skill*

### SMK Raden Umar Said Kudus

SALAH satu konsekuensi yang kita dapat saksikan dari perkembangan revolusi industri adalah kian tumbuhnya industri digital baik dunia maupun di negara kita Indonesia. Ledakan ekonomi digital pun sampai mencatatkan rekor-rekor baru. Proyeksi pasar ekonomi digital pun lantas harus dikoreksi di setiap tahunnya. Ini lantaran pertumbuhan di dunia digital melesat sangat cepat dan di luar perkiraan.

Apa yang dialami tersebut didukung salah satunya oleh penetrasi dan pertumbuhan infrastruktur internet menjadi faktor pendorong. Hingga tahun 2020, pengguna internet di Indonesia sudah mencapai 175,4 juta orang. Meningkat tajam, dari tahun sebelumnya sekitar 17 persen, atau sekitar 25 juta.

Penetrasi internet yang tinggi juga dipicu oleh mobile data yang kian murah. Indonesia bahkan berada di ranking ke-13 sebagai negara yang menyediakan data internet berbasis smartphone dengan harga termurah di dunia. Dengan kecepatan transfer data yang semakin membaik. Di level global, Indonesia dinobatkan sebagai satu dari 12 negara yang paling ramah terhadap ekonomi digital. Mahkota itu disematkan oleh Young & Rubicam dan Wharton School of the University of Pennsylvania.

Raksasa digital dunia seperti Facebook, Google, hingga Alibaba, berlomba mengucurkan modal jumbo untuk startup-startup tanah air. Puluhan triliun setiap tahun. Sebagai destinasi investasi menjanjikan yang diincar kampiun digital global, Indonesia diprediksi jadi masa depan industri digital.

Kendati telah mencatat banyak pencapaian, Indonesia menghadapi jalan terjal untuk mewujudkan mimpi sebagai kampiun. Terutama menjadi tuan rumah di negeri sendiri. Persoalannya, kita minim sumber daya manusia dan talenta digital yang andal. Padahal, Indonesia telah mencanangkan masuk ke era industri 4.0.

### **EMPLOYABILITY SKILLS**

Dalam mengembangkan *Employability Skills* di Era Revolusi Industri 4.0, SMK menerapkan delapan *skill* yang harus dimiliki oleh siswa-nya. *Employability skills* merupakan sekumpulan keterampilan-keterampilan non-teknis bersifat dapat ditransfer terdiri dari sembilan indikator, yaitu: (1) keterampilan berkomunikasi; (2) keterampilan bekerja dalam tim; (3) keterampilan memecahkan masalah; (4) keterampilan dalam mengambil prakarsa dan berusaha; (5) keterampilan merencanakan dan mengatur kegiatan; (6) keterampilan mengelola diri; (7) keterampilan dalam pembelajaran (8) menggunakan teknologi; dan (9) keterampilan berkenaan dengan kesehatan dan keselamatan kerja.

Bank Dunia dan McKinsey mencatat masih terjadi gap antara kebutuhan dengan suplai talenta digital. Dalam kurun waktu 2015-2030, Indonesia diperkirakan butuh 9 juta SDM digital. Artinya, setiap tahun harus ada suplai sekitar 600 ribu orang.

Namun tingkat kebutuhan yang tinggi itu tak diimbangi dengan ketersediaan tenaga digital yang terampil, andal dan siap diserap industri. Bank Dunia mencatat terdapat banyak mismatch antara lulusan perguruan tinggi dengan kebutuhan industri digital saat ini.

Pemerintah sudah berupaya mencari solusi. Misalnya merintis program pembangunan talenta digital. Namun, Digital Talent Scholarship yang digawangi Kementerian Komunikasi dan Informatika tentu masih jauh dari kata cukup. Hanya menargetkan 20 ribu orang yang disiapkan sebagai tenaga terampil industri digital.

Angkatan kerja yang tak kuasa menjawab kebutuhan industri digital tentu saja menjadi problem yang harus diurai dan dicari solusinya. Permasalahan ini sekaligus jadi peluang bagi Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Institusi

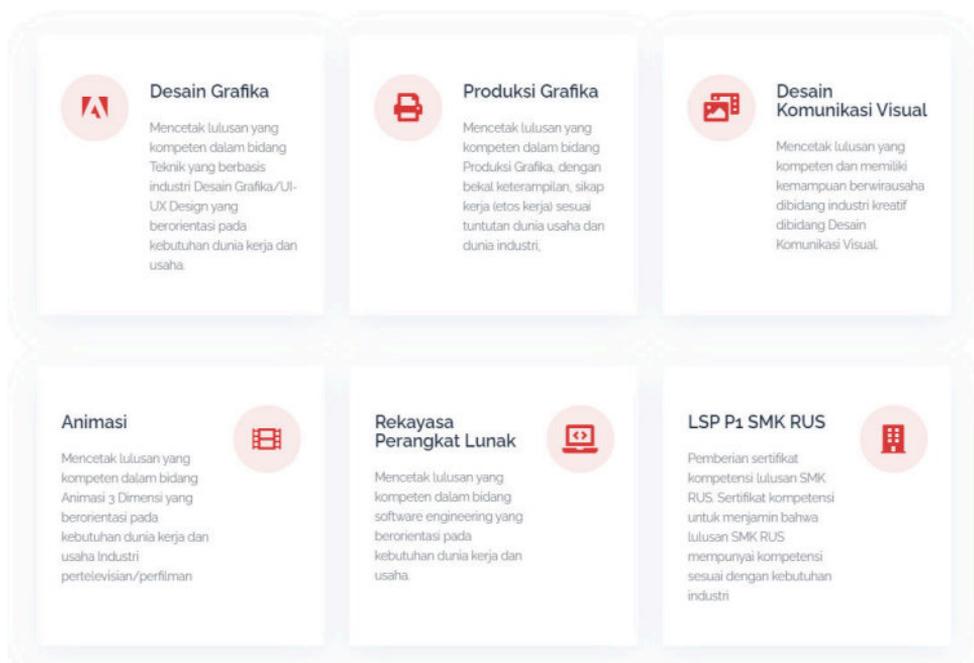
pendidikan yang berbasis keterampilan ini didaulat tampil ke depan. Mencetak talenta digital yang kompetitif. Tidak hanya dapat diserap di industri digital nasional, bahkan juga siap berkiper di level global.



SMK Raden Umar Said atau biasa disebut SMK RUS adalah salah satu SMK yang mampu menangkap peluang akan kebutuhan talenta digital yang super tinggi. SMK ini terletak di Kota Kudus, Jawa Tengah. SMK Raden Umar Said merupakan Sekolah Animasi Pertama di Indonesia dan telah berstandar internasional. Sekolah ini memodifikasi sistem pendidikan konvensional menjadi lebih menyenangkan tanpa mengurangi tujuan yang ingin dicapai dalam proses pembelajaran. Fasilitas yang mumpuni dan kekinian membuat para siswanya betah berlama-lama belajar.

SMK Raden Umar Said Kudus memiliki 5 jurusan atau program studi yang semuanya berhubungan dengan teknologi, yaitu jurusan grafika, produksi grafika, desain komunikasi visual, animasi dan rekayasa perangkat lunak. Dari ke lima jurusan tersebut semuanya diarahkan untuk menguasai *digital talent* dan *employability skill* yang saat ini dan ke depannya sangat dibutuhkan dalam memenuhi standarisasi kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) Indonesia agar siap berkompetisi secara global.

## KOMPETENSI KEAHLIAN



Langkah-langkah yang dijalankan SMK RUS untuk menyediakan talenta digital dan menanamkan *employability skill* adalah sebagai berikut:

### 1. Menanamkan *Mindset* Sekolah Nyaman - Menyenangkan

Hal yang pertama ketika untuk tumbuhnya *digital talent* dan *employability skill* di SMK RUS adalah dengan menanamkan *mindset* kepada civitas sekolah, bahwa sekolah di SMK RUS nyaman dan menyenangkan. Kepala Sekolah SMK Raden Umar Said, Farududdin menyatakan bahwa menanamkan *mindset* tersebut bukanlah perkara yang mudah. Namun pihaknya tidak berhenti berusaha.

Untuk mewujudkan tujuan tersebut, tentu saja harus ada dukungan dari semua pihak, baik oleh gurunya, siswanya dan komponen-komponen lain yang ada di dalamnya termasuk kurikulum, fasilitas, sarana dan prasarana.

Jika kebanyakan ruang kelas atau ruang praktik membuat para pelajar menjadi cepat bosan dan penat, maka berbeda dengan SMK RUS. Ruang kelas hingga ruang praktik didisain dengan sangat mewah dan nyaman, sehingga mirip lobi hotel dibanding ruang kelas. Ruang kelas juga ditata dengan berbagai tema, seperti game, animasi, hingga fotografi yang sangat nyaman dan mendukung pekerjaan disain animasi dan sejenisnya.

Bahkan, ada satu ruangan kelas dibuat menghadap langsung ke Gunung Muria. Pemandangannya begitu indah, lebih keren dibanding kantor google sekalipun.





## 2. Membangun Lingkungan yang Hijau dan Bersih

Upaya lain yang dilakukan SMK RUS untuk menanamkan mindset sekolah yang nyaman dan menyenangkan adalah dengan menerapkan budaya lingkungan yang hijau dan bersih (*green and clean*).

SMK RUS ingin memberi kesan bahwa meskipun banyak menerapkan budaya industri, namun SMK RUS tak melupakan pentingnya aspek lingkungan dan kebersihan.

Dalam membangun fasilitas gedung sekolahnya, SMK RUS menerapkan prinsip tepat guna yang mencakup; aspek area dasar hijau, adanya fasilitas pengguna sepeda, landscape pada lahan, iklim mikro, manajemen air limpasan hujan.

SMK RUS juga menerapkan peralatan sanitasi hemat air dan rancangan pemakaian air dengan tujuan memantau penggunaan air sehingga dapat menjadi dasar penerapan manajemen sumber daya air yang lebih baik.

### 3. Sinkronisasi Kurikulum dan Industri

Kurikulum SMK memang spesifik. Sesuai dengan ketentuan dari direktorat pembinaan SMK kementerian pendidikan kebudayaan, di SMK RUS juga menerapkan kurikulum dengan melibatkan industri terkait. Sehingga 'link and match' bisa terjaga antara dunia pendidikan dan industri.

Dari sisi mata pelajaran relatif sudah ada acuan yang baku. Namun dari sisi substansi, kurikulum SMK di jurusan animasi 3D ini menyesuaikan dengan tuntutan dan perkembangan industri animasi. Juga menyesuaikan dengan tuntutan pasar terutama pengguna atau konsumen animasi 3D.





#### 4. Kerjasama dengan DUDI

Hal yang paling utama dalam mengembangkan kualitas kompetensi siswa adalah bagaimana mereka dapat belajar langsung atau terjun di dunia usaha dan Industri, untuk itu penting adanya antara SMK untuk bekerja sama dengan pihak dunia usaha dan industry. Dalam hal ini SMK Raden Umar Said bekerja sama dengan beberapa industri, salah satunya dengan Djarum Foundation. Dengan kerja sama ini, Djarum Foundation menyiapkan software dan hardware yang mumpuni dan Djarum Foundation juga menggandeng Autodesk dan Sumitomo Mitsui Banking Corporation untuk mewujudkan studio berkelas dunia di SMK RUS.

Kerjasama dilakukan oleh SMK RUS dengan berbagai pihak. Pihak ketiga yang mendukung penyediaan fasilitas canggih di SMK ini adalah Djarum Foundation dan Bank Sumitomo Mitsui. Djarum Foundation tidak hanya menyediakan peralatan yang canggih di studio animasi SMK RUS. Pihaknya juga memberikan proyek-proyek animasi untuk dikerjakan di studio ini. Sehingga bekerja di studio animasi milik SMK ini sendiri sudah bisa mengerjakan proyek yang sesungguhnya. Dengan pesanan animasi

dari pihak Djarum, sudah banyak membantu dalam menghidupkan studio. Baik dari sisi keberlangsungan produksi, ketersediaan proyek magang, maupun dukungan finansial sebagai imbalan dari pekerjaan proyek tersebut.

## 5. Tenaga Pengajar Berkualitas

SMK Raden Umar Said menyadari bahwa yang tak kalah penting dalam membentuk siswa yang berkualitas dan memiliki kompetensi yang sesuai kebutuhan DUDI adalah peran tenaga pengajar atau guru. Di SMK RUS, para siswa dibantu dan dibimbing oleh tenaga pengajar profesional dari dalam dan luar negeri yang datang secara langsung untuk membagikan keahliannya terkait pembuatan karakter animasi. Seperti Woody Woodman dari Walt Disney Animation Studio dan pakar animasi asal Jepang, Masami Obari. Sementara dari dalam negeri ada Daniel Harjanto sebagai Technical Advisors RUS Animation Studio.

Daniel merupakan pendiri studio animasi terbesar di Indonesia, Kinema Systrans Multimedia. Menurut Daniel, tujuan awal pembuatan film tersebut karena langkanya Sumber Daya Manusia (SDM) yang kompeten di dalam bidang animasi. Oleh sebab itu dia mencetuskan ide untuk membuat film animasi, sebagai sarana para siswa dalam mengaplikasikan ilmu yang diperoleh dari bangku sekolah menjadi karya seni yang bernilai. Kerjasama RUS juga dijalin dengan BASE (Bali Animasi Solusi Ekakarsa).

Di salah satu studio animasi terbaik di Indonesia ini, para siswa SMK RUS magang selama 6 bulan. Setiap angkatan magang setidaknya ada 10 anak hingga selama tahun ajaran BASE bisa menyerap 20 siswa magang.



## 6. Skema KBM 3 Tahun

Dalam kegiatan belajar mengajar, SMK Raden Umar Said memiliki skema pembelajaran untuk siswa agar kegiatan belajar mengajar dapat berjalan secara efektif dan fokus dengan minat dan keahlian yang ingin didalami oleh siswa.

- **Foundation (Drawing, Storyboard, 3D Animation)**

Foundation atau kelas dasar ini berada di kelas X. Dimana pada kelas ini siswa akan diajarkan pelajaran-pelajaran dasar.

- **Project Learning/Built Your Own Curriculum**

Pada kelas XI siswa sudah menentukan apa yang minat atau dipelajari sendiri. Jadi, siswa akan menentukan kurikulum yang ingin mereka pelajari di kelas XI yang berbasis *projek is learning* atau kelas industrinya. Jadi selama satu tahun siswa akan terjun di industri, tapi sebelum masuk industri mereka menentukan sebelumnya di kelas X.

- **Final Project**

Di kelas XII siswa mengerjakan tugas akhir,



## SARPRAS UNTUK DIGITAL TALENT

Sebagai sekolah animasi pertama dan menerapkan standar internasional, SMK RUS betul-betul memperhatikan ketersediaan sarana dan prasarananya yang mendukung lahirnya talenta digital yang memiliki kompetensi keahlian abad 21 (employability skill). Untuk mewujudkannya SMK RUS memodifikasi sistem pendidikan konvensional menjadi lebih menyenangkan tanpa mengurangi tujuan yang ingin dicapai dalam proses pembelajaran. Fasilitas pun dibuat mumpuni dan kekinian membuat para siswa betah berlama-lama belajar bahkan hingga larut malam.

Jika kebanyakan ruang kelas atau ruang praktik membuat para peserta didik menjadi bosan dan penat, berbeda halnya dengan di SMK RUS. Ruang kelas hingga ruang praktek didisain dengan sangat mewah dan nyaman, sehingga lebih mirip lobi hotel dibanding sebuah kelas.

Ruang kelas juga ditata dengan berbagai tema, seperti game, animasi, hingga fotografi sangat nyaman dan mendukung pekerjaan design animasi dan sejenisnya. Bahkan ada ruangan kelas yang menghadap pemandangan gunung muria secara langsung. Bisa dibayangkan ruangan di SMK RUS ini lebih keren dibanding kantor google sekalipun.

Tak hanya ruangan yang didesain super mewah dan nyaman, fasilitas di SMK RUS pun dilengkapi dengan fasilitas lengkap dan canggih, dari ruang animasi, ruang recording & sound editing, ruang color grading, mini theater dan lain-lain. Tak hanya ruang praktikum saja yang dimaksimalkan, di SMK Raden Umar Said juga memberikan fasilitas pendukung seperti ruang olahraga (gym) dan tempat-tempat dengan desain unik yang sengaja dibuat untuk bersantai para siswa.

Sarana dan prasarana yang memadai dibangun berkat dukungan berbagai pihak. Terutama Djarum Foundation yang menyediakan perangkat canggih untuk studio animasi 3D. SMK RUS ini memang memiliki sejarah panjang yang terkait dengan dunia grafika, sehingga ketika mengembangkan jurusan animasi 3D telah memiliki pijakan yang kokoh.

Studio dengan perlengkapan animasi 3D di SMK RUS sangat mengesankan bagi mereka yang pertama kali datang. Studio Animasi RUS membekali siswa dengan kemampuan di seluruh lingkup kreatif terpenting untuk menjadi animator 3D yang professional. Siswa dibekali dengan pengalaman menangani langsung atau hands-on experience. Dengan para pengajar yang berpengalaman, para siswa disiapkan untuk bisa menangani seluruh tahapan produksi animasi. Para siswa menguasai piranti lunak standard industry animasi, seperti Autodesk Maya, The Foundry Nuke Studio and Adobe Creative Suite.

Di ruangan utama yang cukup luas, berjajar komputer, tablet grafis, hingga printer 3D untuk pengerjaan animasi dari pembuatan karakter dalam bentuk animasi hingga bisa bergerak bahkan diberi spesial efek. Proses produksi dimulai di lantai dua yaitu desain karakter yang digambar manual menggunakan tangan dan juga story board berupa gambar per panel yang menunjukkan adegan gerakan yang akan dibuat bentuk animasi.



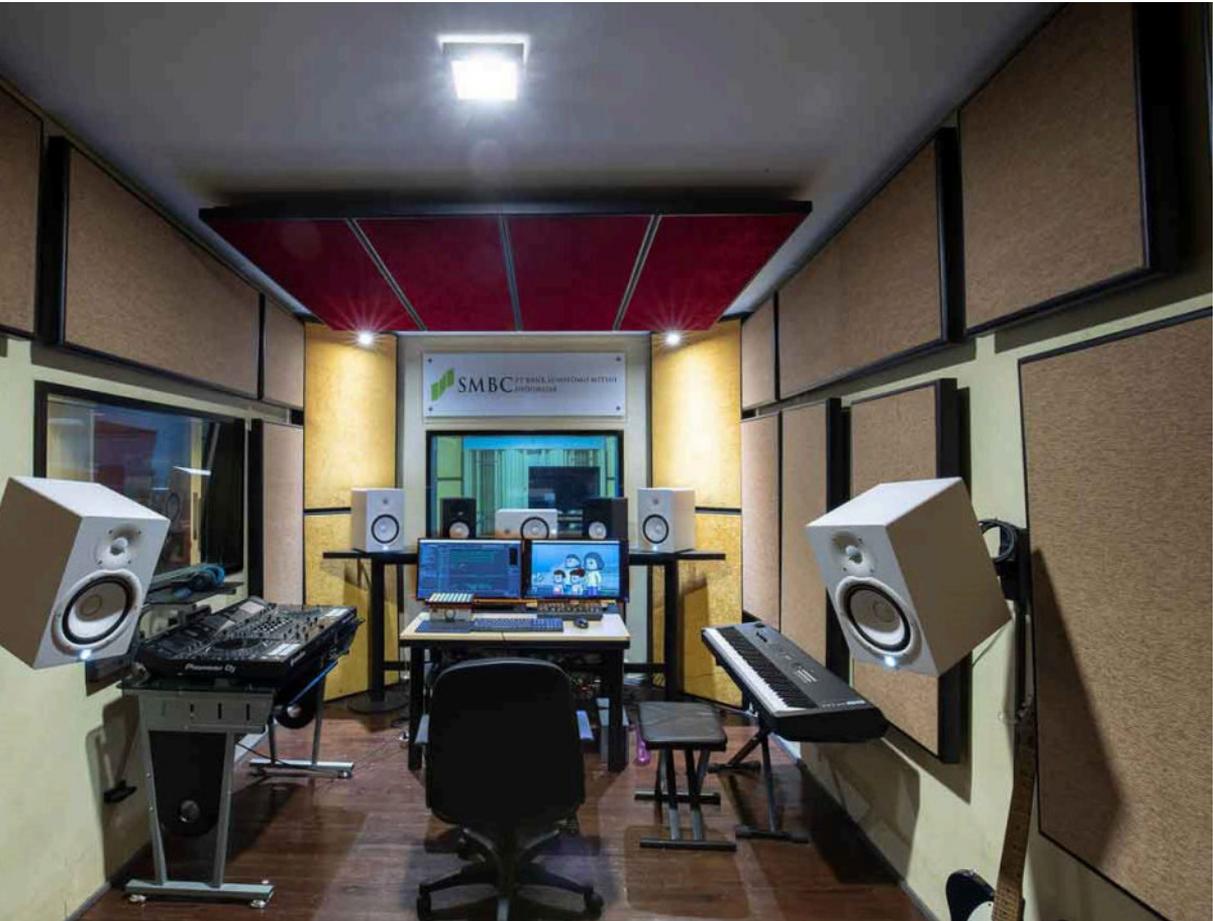


Di lini produksi para siswa menggunakan computer graphics 3D. Siswa belajar berbagai keterampilan terutama 3D modeling, shading, texturing, rigging, compositing, rendering, visual effect dan lighting. Production studio tempat mengubah karakter menjadi animasi hingga bergerak menggunakan software Autodesk Maya, seperti yang digunakan untuk pembuatan film animasi terkenal Big Hero 6. Setelah itu ada visual effect studio untuk 'embumbui' animasi yang sudah jadi agar lebih realistis.



Di lini paska produksi, siswa mempelajari process of lay-outing, animating, color grading, sound designing and film scoring, foley and dubbing/voice over, audio mixing dan audio laydown. Color grading studio yaitu tempat pewarnaan lanjutan agar warna suasana dan background bisa menyatu.

Studio Dubbing yang cukup memadai terdapat di studio ini. Pengisian Suara pada produksi animasi termasuk yang dilakukan di tahap awal. Karena dengan panduan suara itulah para animator akan menggerakkan karakter.





Perlengkapan studio yang canggih memang sudah setara dengan dunia internasional, namun suasana ternyata juga tidak luput diperhitungkan untuk kenyamanan kerja. Selain ada papan history animasi, beberapa poster film ditempel di tembok.

Ada juga hiasan rak besar berisi action figure berbagai film animasi dan film sukses lainnya seperti Spiderman, Dragonball, Mr. Bean, Batman, dan Avengers. Di lantai dua terdapat rak buku dengan koleksi buku komik dan referensi tentang dunia animasi. Ada perosotan yang digunakan untuk turun dari lantai dua ke lantai satu. [ ]







## Implementasi Simulator VR Untuk Pendidikan Vokasi

### SMK PGRI 2 Ponorogo

Pandemi Covid-19 yang tengah kita hadapi saat ini betul-betul telah mempengaruhi hampir semua sisi kehidupan manusia. Tak hanya terkait kualitas kesehatan yang porakporanda, namun sisi bisnis dan pendidikan juga dibuat tiarap. Kota-kota besar yang biasanya tak bisa berhenti berdenyut, kini terpaksa 'mati'.

Namun di tengah kesulitan biasanya selalu ada jalan. Dengan adanya pembatasan sosial di segala bidang termasuk pendidikan, maka ada satu teknologi yang menjadi berkembang begitu pesat saat ini, yaitu virtual reality atau VR. Teknologi ini mampu mempermudah banyak hal.

Di dunia ritel misalnya, beberapa konsekuensi akibat pandemi memang tak bisa kita tawar. Jika 'ngeyel' sedikit, maka nyawa taruhannya. Jika selama ini untuk berbelanja kita diharuskan untuk datang ke toko dan langsung memilih produk, namun tidak dengan teknologi virtual reality. Kita cukup berdiri di depan cermin dan melakukan aktivitas belanja.

Konsekuensi berupa pembatasan sosial juga serupa di dunia pendidikan, bahkan lebih ketat. Namun teknologi virtual reality memberi solusi. Ini seperti dialami oleh SMK PGRI 2 Ponorogo. Meski pandemi tak kunjung usai, sekolah ini ternyata masih bisa melakukan kegiatan belajar dan mengajar seperti biasa, namun dibantu dengan teknologi virtual reality (VR).

SMK PGRI 2 Ponorogo adalah salah satu sekolah menengah kejuruan paling populer di Kota Reog. Namanya sampai tersohor hingga luar Kabupaten Ponorogo. STERIDAPO (STM PGRI 2 PONOROGO) juga merupakan Sekolah industri berbasis pondok pesantren serta peduli dan berbudaya lingkungan. Sekolah ini mengajarkan kedisiplinan yang sangat ketat kepada siswa-siswanya, sehingga dapat melatih mental, sifat, dan perilaku mereka apabila suatu saat nanti mereka terjun ke dunia kerja.

SMK PGRI 2 Ponorogo memiliki fasilitas sebagai penunjang sarana pembelajaran antara lain gedung teori, praktek dan laboratorium serta penunjang lainnya seperti perpustakaan dan tempat ibadah. Status tanah yang dimiliki adalah Hak Milik. Luas tanah kurang lebih 21.605 m<sup>2</sup>. Dengan perincian luas tanah yang sudah dibangun 13.505 m<sup>2</sup> dan luas tanah yang masih kosong/siap dikembangkan yaitu 8100 m<sup>2</sup>.

Untuk menunjang pelajaran di sekolah, SMK PGRI 2 Ponorogo, memiliki kurang lebih 170 industri pasangan yang siap menampung anak didik dari SMK PGRI 2 Ponorogo untuk dapat melakukan Praktek Industri. Jika dirata rata perbandingan antara jumlah siswa yang akan melaksanakan prakerin dan jumlah Industri pasangan adalah 1: 3.

NO	KOMPETENSI KEAHLIAN	JUMLAH PESERTA PRAKTEK INDUSTRI	JUMLAH INDUSTRI PASANGAN	PERBANDINGAN
1	TEK. PEMESINAN	116	38	1:3
2	TEK. SEPEDA MOTOR	110	44	1:3
3	TEK. KENDARAAN RINGAN	121	48	1:3
4	TEK. KOMPUTER DAN JARINGAN	105	31	1:4
5	TEK. ALAT BERAT	47	18	1:3
<b>JUMLAH</b>		<b>499</b>	<b>179</b>	<b>1:3</b>

Sebelum pandemi, sekolah dengan tagline 'Sekolah Industri Berbasis Pesantren, Terbukti Lebih Maju' ini sejatinya telah memiliki kesiapan

teknologi lantaran tekadnya memasuki era Revolusi Industri 4.0. sehingga bagi SMK PGRI 2 Ponorogo, pandemi justru mempercepat alih teknologi yang tengah dilakukan.

## **PROGRAM STUDI KEAHLIAN SMK PGRI 2 PONOROGO**

1. Program Keahlian Teknik Mesin
  - a. Teknik Pemesinan
  - b. Teknik Pengelasan
  
2. Program Keahlian Teknik Otomotif
  - a. Teknik Pemesinan
  - b. Teknik Kendaraan Ringan
  - c. Teknik Sepeda Motor
  - d. Teknik Alat Berat
  - e. Teknik Perbaikan Bodi Otomotif
  
3. Program Keahlian Teknik Komputer dan Informatika
  - a. Teknik Komputer dan Jaringan
  - b. Rekayasa Perangkat Lunak
  - c. Multimedia

Ini bermula ketika SMK PGRI 2 Ponorogo diminta merawat hubungan sister City Provinsi Jawa Timur dengan Kota Tianjin, China. Kota ini merupakan kota yang memiliki pendapatan perkapita yang sangat bagus terutama di bidang manufaktur. Hal ini memberikan daya tarik bagi Jawa Timur untuk menjalin kerjasama sister province/sister city sejak tahun 2003.

Sister city Jatim dan Tianjim disepakati dalam hal kerjasama ekonomi dan perdagangan, ilmu pengetahuan dan teknologi, pertanian, pariwisata, seni dan budaya, pendidikan, olah raga, kesehatan, transportasi dan pengembangan kota. Dari kerjasama itulah, SMK PGRI Ponorogo mengambil manfaat transfer knowledge dan alih teknologi di dunia pendidikan, salah satunya soal penggunaan virtual reality.

Setali tiga uang, memasuki era revolusi industri 4.0 SMK PGRI Ponorogi berkomitmen menerapkan pembelajaran industri 4.0 dengan mengembangkan dunia digital dengan merevitaliasi peralatan dengan STERIDA 4.0 meliputi kelas robotic yang diajarkan, lot dengan Alvaro Setia Nusa. SMK ini juga mengembangkan virtual reality (VR) bekerjasama stakeholder pendidikan di Kota Tianjin, China.

Teknologi Virtual Reality bagi SMK PGRI Ponorogo menjadi penolong di tengah pandemi. Karena di saat sekolah-sekolah lain mengalami kesulitan cara menjalankan kegiatan belajar dan mengajar (KBM), sekolah ini justru 'adem ayem'.

Salah satu manfaat penting teknologi VR di tengah pandemi adalah membantu sekolah untuk tetap dapat menyelenggarakan KBM dan terutama praktek. Melalui teknologi VR, peserta didik SMK PGRI 2 Ponorogo misalnya dengan mudah dapat mempraktekan bagaimana menggunakan peralatan dan menempatkan peralatan di tempatnya.

Baik skill maupun pengetahuan umum tentang mesin bisa diketahui lebih dini, sehingga ketika praktik atau bekerja di industri peserta didik SMK lebih efektif dan nyata kerjanya. Melalui VR, para peserta didik juga diajarkan bagaimana mengetahui dimana perkakas seperti bor, palu, obeng harus ditempatkan tanpa menyentuhnya secara langsung.

Di SMK PGRI 2 Ponorogo, peserta didik diajarkan agar bisa mengetahui peralatan mana yang digunakan untuk melakukan las astelin di bengkel TPM. Sebelum mereka mengenal secara langsung, mereka diperkenalkan dulu bagaimana penggunaan seara amannya (safety). Apa saja yang harus dilakukan sebelum melakukan praktek dan sebagainya.

Contoh lain bagaimana teknologi VR banyak membantu peserta didik SMK PGRI 2 Ponorogo adalah ketika melakukan praktik soal selang hidrolis. Di SMK PGRI 2 Ponorogo praktik tersebut dilakukan dengan memperhatikan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) melalui penggunaan teknologi VR. Bagaimana memakai alat secara aman, dan bagaimana agar tidak membahayakan peserta didik lainnya. Peserta didik pun tahu apa yang boleh dan tidak boleh dilakukan sesuai standar industri.

Misalnya saja soal kebocoran, jika dilakukan secara langsung maka itu bisa saja terjadi dan membahayakan peserta didik. Tapi dengan teknologi VR, itu bisa dihindari. Karena itu mereka diajarkan secara virtual seperti diajarkan di industri. Tak hanya soal selang hidrolis, peserta didik SMK PGRI 2 Ponorogo juga diajarkan soal prinsip keselamatan (safety). Bagaimana mengangkat barang, memosisikan benda supaya tidak membahayakan, diajarkan secara virtual.

Lalu, ada juga VR otomotif, yang mengajarkan bagaimana mengerjakan body painting dan body repair. Pada praktik virtual ini, peserta didik diajarkan agar mereka bisa melepas baut-baut atau pengancing. Juga bagaimana peserta didik harus mencampur atau melakukan klaim sebelum dia melakukan membenaran dari bodi mobil yang penyok. Ini secara virtual diajarkan

menggunakan teknologi VR. Supaya ketika menghadapi persoalan nyata mereka tidak canggung. Bagaimana mereka mempelajari SOP; merapihkan, membersihkan, sebelum dan sesudah mereka melakukan pekerjaan. Sehingga mereka bisa meminimalisasi kekurangan.

## VIRTUAL REALITY DI MASA PANDEMI

Pandemi covid-19 telah membuat institusi pendidikan dan pelatihan teknik dan vokasi banyak yang ditutup. Hampir 70 persen peserta didik di seluruh dunia terkena dampak penutupan tersebut. Sejatinya satuan pendidik bisa menggunakan strategi khusus berupa simulasi untuk pembelajaran praktik. Perangkat virtual reality bisa digunakan untuk belajar via program simulator ataupun permainan.

Menurut Kepala Sekolah SMK PGRI 2 Ponorogo, Syamhudi Arifin, di tengah pandemi dengan adanya VR peserta didik lebih mengurangi tingkat kesalahan peserta didik saat melakukan praktek. Melalui VR, kegiatan praktek menjadi lebih aman (*safety*) karena kemungkinan kesalahan dapat diketahui sebelumnya. Melalui VR, peserta didik juga jadi tahu potensi kesalahan ketika praktek sehingga lebih hati-hati.

Teknologi VR juga lebih fleksible, karena sebanyak apapun SDM yang dimiliki namun untuk mengejar perkembangan teknologi itu sangat sulit. Teknologi VR memungkinkan untuk mengejar teknologi.

Dari sisi biaya, alih teknologi membutuhkan biaya yang tidak sedikit, namun dengan teknologi VR praktik berbasis teknologi industri menjadi lebih minim biaya. Misalnya untuk praktek mengoperasikan beko (*loader*). Untuk membeli beko jelas tidak sedikit biaya yang dibutuhkan, bahkan yang bekas sekalipun. Ini baru teknik kendaraan berat, belum ringan. Apalagi untuk dunia IT, hari ini kita beli besok sudah ganti gradenya.

## INTENSITAS TRAINING

Praktik dan SMK seumpama dua sisi mata uang. Tidak bisa dikatakan sekolah SMK yang baik jika minim praktik. Karena itu banyak sekolah SMK yang memiliki intensitas praktik yang cukup tinggi demi meningkatkan kualitas lulusannya. Hanya saja di masa pandemi, semua dibatasi; baik dari jumlah siswa maupun jumlah kegiatannya.

Kondisi ini tentu saja menjadi dilematis, satu sisi SMK dituntut untuk meningkatkan intensitas praktik, namun sisi lain ada pembatasan yang

dilakukan. Tanpa teknologi, yang paling memungkinkan adalah dengan menambah tempat dan alat, namun jika pun ada SMK yang mampu, perbandingannya 1000:1. Belum lagi perkembangan teknologi peralatan industri juga berkembang sangat cepat. Hari ini kita beli satu alat, besoknya muncul lagi versi lainnya yang lebih lengkap spesifikasinya.

Di SMK PGRI 2 Ponorogo persoalan seperti itu bisa diatasi, terutama dengan adanya teknologi virtual reality. Dengan adanya VR sekolah bisa tetap memberikan training tanpa membeli alat dan mengadakan tempat. Training-training ini bisa dilakukan secara virtual. Inilah yang dilakukan SMK PGRI 2 Ponorogo, intentitas training yag tinggi bisa diatasi dengan VR.

## KENDALA IMPLEMENTASI

Meski sejauh ini, SMK PGRI 2 Ponorogo bisa mengatasi beragam kendala praktik di tengah pandemi, namun itu bukan berarti tanpa kendala. Ketika mengimplementasikan teknologi VR dalam pembelajaran dan praktik, masih ada beberapa kendala yang dihadapi.

### 1. Soal SDM

Meski perubahan teknologi saat ini banyak meminimalisasi peran manusia, namun bukan berarti peran manusia sepenuhnya bisa tergantikan. Senior Network Architect Huawei Indonesia Ivan Raditya Tanumiharja asal salah satu yang berada di garda terdepan menolak anggapan keberadaan mausia sepenuhnya hilang di dunia industri. Menurutnya, secanggih apa pun teknologi yang digunakan, tak akan lepas dari peran manusia di belakangnya. Artinya industri tetap butuh tenaga dan pikiran manusia.

Begitu juga dalam perkembangan teknologi VR, peran manusia tetap dibutuhkan dalam hal ini berkaitan dengan SDM yang menguasai disain 3D. SMK PGRI 2 Ponorogo saat ini adalah pihak yang sedang mengalami kendala tersebut. Karena itu, belum semua kompetensi keahlian bisa melakukan alih teknologi praktik pembelajarannya.

### 2. Keterbatasan Media Pembelajaran

Meski media pembelajaran berbasis teknologi VR bisa mendorong efisiensi tempat dan alat, namun jika peserta didik banyak seperti dimiliki SMK PGRI 2 Ponorogo (2592 peserta didik, 72 Rombel) maka akan

kewalahan juga. Sementara untuk menambah media pembelajaran berbasis teknologi VR juga membutuhkan biaya yang tak sedikit.

### **3. Kuantitas Peralatan Virtual Reality**

Karena banyaknya siswa dan rombel tersebut, maka dibutuhkan waktu dan biaya yang cukup besar untuk mendambah alat berteknologi VR. Tak Cuma soal alat, tapi akan dibuthkan juga software dan sebagainya jika kesembilan jurusan di SMK PGRI 2 Ponorogo menggunakan teknologi VR semua.

### **4. Transisi Teknologi**

Selain kendala di atas, ada juga yang terkadang datang dari industri sendiri ketika melakukan alih teknologi. Penyebabnya bisa perbedaan teknologi antara sekolah dan industri. Sehingga membutuhkan waktu untuk melakukan sinkronisasi teknologi di sekolah.

## **RENCANA AKSI SMK PGRI 2 PONOROGO**

Untuk mengghatasi beragam kendala yang selama ini dihadapi, SMK PGRI 2 Ponorogo telah melakukan kajian dan menyiapkan agenda futuristik. Semangatnya, jika sudah ada jalan kenapa tidak dilakukan. Sekolah ini sudah menemukan cara mengatasi kendala KBM di tengah pandemi, karena itu kenapa tidak dilakukan secara menyeluruh dan terencana.

### **1. Digitalisasi peralatan di semua kompetensi**

Meski butuh waktu dan biaya yang tidak sedikit, namun SMK PGRI 2 Ponorogo bertekad melakukan digitaliasi peralatan di seluruh kompetensi keahlian yang ada.

### **2. Menambah Fasilitas Layanan**

Ini juga butuh waktu, tidak bisa disediakan secara sekaligus. Ini karena terkendala dari beragamnya jurusan yang dimiliki SMK PGRI 2 Ponorogo. Namun selalu ada jalan jika ada kemauan.

### **3. Memperluas Networking**

Networking adalah salah satu kunci perubahan, semakin luas jaringan maka akan semakin mudah dan terbuka peluang untuk melakukan perubahan teknologi yang diinginkan. Networking di dalam konteks SMK

juga penting agar perubahan yang diupayakan sekolah *link and match* dengan dunia industri dan dunia usaha (IDUKA).

#### 4. Layanan Unggul

SMK PGRI akan melakukan mapping apa saja yang dibutuhkan peserta didik selama dan pasca pandemi. Karena sekolah harus tetap memberikan pembelajaran kepada peserta didik, meskipun sekolah tak memiliki peralatan yang memadai, Virtual Reality menjadi solusi.

Meski begitu, KBM secara daring tidak bisa mentransfer karakter. Karena itu SMK PGRI juga tetap melakukan blended learning terutama untuk menanamkan karakter peserta didik.

#### 5. Memenuhi Rasio Peralatan VR 1:1

SMK PGRI 2 Ponorogo juga sedang berusaha meningkatkan rasio media peralatan virtual reality dengan perbandingan hingga 1:1. Sehingga setiap satu orang peserta didik bisa memegang satu alat ketika KBM berlangsung. Agar KBM dan kegiatan praktek bisa lebih maksimal.

## MEDIA PEMBELAJARAN VIRTUAL REALITY

### VR Headset



## Touch Controllers



## Eyeglass Spacer











**Penerapan VR  
Pada Proses Pembelajaran**



**Penerapan VR  
Pada Proses Pembelajaran**





# DAFTAR PUSTAKA

- Adella, P. (2019). *Digitalisasi Sektor Pendidikan untuk Hadapi Revolusi Industri 4.0*. Diakses dari <https://aptika.kominfo.go.id/2019/04/digitalisasi-sektor-pendidikan-untuk-hadapi-revolusi-industri-4-0/>.
- Asoodeh, M., Asoodeh, M. B & Zarepour, M. (2012). The impact of student - centered learning on academic achievement. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 46, 560–564.
- Bailey, S. K.T., Johnson<sup>1</sup>, C. I., Schroeder, B. L & Marraffino, M. D. (2017). Using Virtual Reality for Training Maintenance Procedures *Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC) 2017*. 1-11.
- Barnawi & M.Arifin. 2012. *Manajemen sarana dan prasarana sekolah*. Yogyakarta: Ar Ruzz Media.
- Bawden, D. (2001). Information and digital literacy: a review of concepts. *Journal of Documentation*, 57 (2). 218-259
- Beecher, K. (2017). *Computational Thinking A beginner's guide to problemsolving and programming*. UK: BCS Learning & Development Ltd.
- Beecher, K. (2017). *Computational Thinking, A beginner's guide to problemsolving and programming*. UK: BCS Learning & Development Ltd
- Behr, O. (2018). Fashion 4.0 – Digital Innovation in the Fashion Industry. *Journal Of Technology And Innovation Management*. 2(1): 1–9.
- Chaeruman, U. A. (2017). PEDATI: Model Desain Sistem Pembelajaran Blended. Diakses dari [https://mooc.unud.ac.id/pluginfile.php/5102/mod\\_resource/content/1/PEDATI%20-%20Model%20revisi%204%206-8-17%20-%20edit%20-%20dikti.pdf](https://mooc.unud.ac.id/pluginfile.php/5102/mod_resource/content/1/PEDATI%20-%20Model%20revisi%204%206-8-17%20-%20edit%20-%20dikti.pdf) pada 11 September 2020.
- Cuyvers, K & Weerds, G. D. (2011). Well-Being at School: Does Infrastructure Matter?. Diakses dari

[https://www.researchgate.net/publication/254439615\\_Well-Being\\_at\\_School\\_Does\\_Infrastructure\\_Matter](https://www.researchgate.net/publication/254439615_Well-Being_at_School_Does_Infrastructure_Matter).

- Darmastuti . 2013. Manajemen Sarana dan Prasarana Dalam Upaya Peningkatan Kualitas Pembelajaran Pada Jurusan Teknik Komputer Dan Informatika di SMK Negeri 2 Surabaya. *Jurnal. Universitas Negeri Surabaya*.
- Direktorat Pembinaan SMK Kemdikbud RI (2018). *Desain Pengembangan Fasilitas Sekolah Di Era Revolusi Industri 4.0*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Ekundayo, Haastrup Timilehin. 2013. School Facilities As Correlates Of Students' Achievement In The Affective And Psychomotor Domains Of Learning. *European Scientific Journal*, 8 (6). 208-215.
- Emalia & Farida. (2019). Inovasi Pendidikan Dengan Memanfaatkan Teknologi Digital Dalam Upaya Menyongsong Era Revolusi Industri 4.0. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Program Pascasarjana Universitas PGRI Palembang*, 160-169.
- Endang Mulyasa. 2004. Manajemen Berbasis Sekolah: Konsep, Strategi, dan Implementasi. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Fathoni, A., Muslim, S., Ismayati, E., Rijanto, T., Munoto & Nurlaela, L. (2020). STEM: Inovasi dalam Pembelajaran Vokasi. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 17 (1), 33-42.
- Fariya & Triwilaswandio. (2014). Analisis Teknis Dan Ekonomis Training Pengelasan Menggunakan Welding Simulator Berbasis Pemrograman Komputer Sebagai Pengganti Elektroda Konvensional. *Jurnal Teknik Pomits 2* (1), 1-5.
- Fried MP, Satava R, Weghorst S, et al. (2004). Identifying and reducing errors with surgical simulation. *Qual Saf Health Care*.13(Suppl. 1).19-26.
- Furber, S. (2012) *Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools*. London, UK: The Royal Society.
- Gerlach, J. M. (1994). *Is this Collaboration?* In Bosworth. K. & Hamilton, S. J (Eds), *Collaborative Learning: Underlying Processes an Effective*

- Techniques, *New Directions for Teaching and Learning*, No 59 (pp. 5-14). San Fransisco USA, Jossey-Bas Publishing.
- Gurusamy, K. S., Aggarwal, R., Palanivelu, L & Davidson, B. R. (2009). *Virtual Reality Training for Surgical Trainees in Laparoscopic Surgery*. 21 (1): CD006575. doi: 10.1002/14651858.CD006575.pub2.
- Hendarstomo, G. (2008). Dilema dan Tantangan Pembelajaran E-Learning. *Majalah Ilmiah Pembelajaran*, 4 (1), 1-13.
- Ibrahim Bafadal. 2004. *Manajemen perlengkapan Sekolah: Teori dan Aplikasinya*. Jakarta: PT Bumi aksara.
- Indriaturrahmi, Peran Dunia Usaha Dan Dunia Industri Dalam Penyelenggaraan Smk Berbasis Kearifan Lokal Di Kota Mataram. *Jurnal Pendidikan Vokasi* Volume 6, No 2, Juni 2016.
- Inkeles dan Smith, (1974). *Becoming Modern: Individual In Six Developing Countries*. Massachusetts: Harvard University Press.
- Ismayani. (2016). Pengaruh Penerapan Stem Projectbased Learning Terhadap Kreativitas Matematis Siswa SMK. *Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education*, 3 (4), 264-272.
- Jannah. 2010. *Optimalisasi Manajemen Sarana dan Prasarana Dalam Meningkatkan Mutu Pembelajaran di SMP Nasima Semarang*. Skripsi. Institut Agama Islam Negeri Walisongo.
- Jatmoko, D. 2013. *Relevansi Kurikulum SMK Kompetensi Keahlian Teknik Kendaraan*
- Jaya, Hendra (2013). *Pengembangan Laboratorium Virtual untuk Kegiatan Praktikum dan Memfasilitasi Pendidikan Karakter di SMK*. *Jurnal Pendidikan Vokasi* ResearchGate. Diakses dari [https://www.researchgate.net/publication/328453095\\_Pengembangan\\_laboratorium\\_virtual\\_untuk\\_kegiatan\\_paraktikum\\_dan\\_memfasilitasi\\_pendidikan\\_karakter\\_di\\_SMK](https://www.researchgate.net/publication/328453095_Pengembangan_laboratorium_virtual_untuk_kegiatan_paraktikum_dan_memfasilitasi_pendidikan_karakter_di_SMK)
- Jhon, G. (2016). *Designing Libraries In 21st Century*. Diakses dari [http://www.designinglibraries.org.uk/documents/designing\\_libraries.pdf](http://www.designinglibraries.org.uk/documents/designing_libraries.pdf)

- Kasali, Rhenald, 2017. *DISRUPTION: Menghadapi lawan-lawan Tak Kelihatan dalam Peradaban Uber*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama
- Kemendikbud (2015) SMK Dari Masa ke Masa Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia 2015
- Kazlacheva, Z., Stoykova, V., Georgieva, K & Ilieva, J. (2018) Application of innovative technologies in fashion design education. *Aegean International Textile and Advanced Engineering Conference (AITAE 2018)*. doi:10.1088/1757-899X/459/1/012080
- Kintsch, W. (2009). *Learning and constructivism*. In S. Tobias & T. M. Duffy (Eds.). *Constructivist theory applied to education: Success or failure?*, New York: Routledge, h. 223–241, 2009.
- Miski. (2015). Pengaruh Sarana Dan Prasarana terhadap Hasil Belajar Siswa the Effect of Infrastructures Toward Student Learning Results. *Ta'dibi* ISSN 2442-4994 Volume 4 Nomor 2, Oktober 2015 69-73.
- Mulyati & Suryadi. (2018). *Manajemen Sarana dan Prasarana*. Dalam Udin Syaefudin Saud (Editor), *Bunga Rampai Administrasi Pendidikan: Teori dan Praktek*. Bandung: Alfabeta.
- Munir. 2017. *Pembelajaran Digital*. Bandung: Alfabeta.
- Mustaqim, I. (2016). Pemanfaatan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 13 (2), 174.
- Naidu, Som. (2006). *E-learning A Guide of Priciples, Prcedures and Practices*. Melbourne: CEMCA.
- Noirid, S. (2007). E-learning Models: A Review of Literature. *The 1st International Conference on Educational Reform*. Bangkok, s.n.
- Nuraini, F., Handayani, S. N & Permana, P. (2018). Pengaruh Sarana dan Prasarana terhadap Semangat dan Hasil Belajar Mahasiswa IKIP Siliwangi. *Parole: Jurnal Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia*, 1 (3), 303-314.
- Nurazizah., Suwarma, I. R., Jauhari, A & Kaniawati, I. (2018). Implementasi Pembelajaran Stem: Kajian Terhadap Pencapaian Hasil Belajar Siswa. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (SINAFI) 2018*, 126-130.

- Papert, S. (1980). *Mindstorms, Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
- Partnership for 21st Century Learning. (2015). *P21 Framework Definition*. [Online]. Diakses dari [http://www.p21.org/storage/documents/docs/P21\\_Framework\\_Definitions\\_New\\_Logo\\_2015.pdf](http://www.p21.org/storage/documents/docs/P21_Framework_Definitions_New_Logo_2015.pdf) [Diakses 9 Maret 2016] pada 05 September 2020.
- Partnership for 21st Century Skills. (2008). *21st Century Skills: How can you prepare students for the new Global Economy?*. Diakses dari <https://www.imls.gov/assets/1/AssetManager/Bishop%20Pre-Con%202.pdf> pada 05 September 2020.
- Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Standar Sarana Prasarana.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2005 Tentang Standar Nasional Pendidikan.
- Permana, J & Syarifah, L. S. Telah dipresentasikan di pada *Webinar Seminar Nasional Manajemen Pendidikan* yang diselenggarakan atas Kerjasama Fakultas Pendidikan Universitas Negeri Malang dengan ISMAPI Jawa Timur.
- Piskurich, G. M. (2006). *Rapid Instructional Design: Learning ID Fast and Right (Second Edition)*. San Fransisco,. CA: Pfeiffer, John Wiley and Sons, Inc.
- Rahayu. 2009. *Manajemen Sarana Prasarana Pendidikan Dalam Meningkatkan Mutu Pembelajaran Pendidikan Agama Islam di SMA Negeri 4 Malang*.
- Ramadhan, R., Chaeruman, U & Kustandi, C. (2018). Pengembangan Pembelajaran Bauran (Blended Learning) di Universitas Negeri Jakarta. *Jurnal Pembelajaran Inovatif*, 1 (1), 37 – 48.
- Restu1, F & Arifin, N L. (2018). Analisis Pengaruh Heart Rate Variability dalam Penggunaan Welding Simulator Terhadap Performance Welder. *Jurnal Integrasi*, 10 (1), 40-46.

- Seok Ko. (2013). A Study on 3D Virtual Clothing by Utilizing Digital Fashion Show. *Journal of Korea Multimedia Society*. 16 (4). 529-537. <http://dx.doi.org/10.9717/kmms.2013.16.4.529>
- Schwab, Klaus. 2019. Revolusi Industri Keempat. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Shumba, A., Ndofirepi, A. P., & Gwirayi, P. (2012). A Critique of Constructivist Theory in Science Teaching and Learning. *Journal of Social Sciences*, 31 (1), 11–18.
- Simons, P. R. J., Linden, J. L. V. D & Duffy, T. (2007). *New Learning: Three Ways to Learn in a New Balance*. Diakses dari [https://www.researchgate.net/publication/46601006\\_New\\_Learning\\_Three\\_Ways\\_to\\_Learn\\_in\\_a\\_New\\_Balance](https://www.researchgate.net/publication/46601006_New_Learning_Three_Ways_to_Learn_in_a_New_Balance). DOI: 10.1007/0-306-47614-2\_1.
- Sri Minarti. 2011. Manajemen sekolah: Mengelola Lembaga Pendidikan Secara Mandiri. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Surasmi, W. A. (2016). Pemanfaatan Multimedia Untuk Mendukung Kualitas Pembelajaran. *Prosiding Temu Ilmiah Nasional Guru VIII*, Universitas Terbuka Convention Center, 26 November 2016.
- Suryana, 2020. Bisnis Digital Cara Mudah Bisnis di Era Industri 4.0. Yogyakarta: Penerbit Salemba Empat.
- Suryosubroto, B. 2009. Proses Belajar Mengajar di Sekolah. Jakarta: PT RINEKA CIPTA.
- Swaid, S. I. (2015). Bringing computational thinking to STEM education. *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences 2015, Procedia Manufacturing 3*, 3657 – 3662.
- Syamsi, I. (2000). *Pengambilan Keputusan dan Sistem Informasi Edisi ke 2*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Taylor RH. (1996). Computer-integrated surgery: technology and clinical applications. Mit Press.

- Thomasian, . (2011). *Building A Science, Technology, Engineering, and Math*. NGA Center for Best Practices. Diakses dari <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED532528.pdf>.
- Thorne, Kaye. (2003). *Blended learning how to integrate online and traditional learning*. United States: Kogan Page Limited.
- Toffler, A. (1970). *Future & Hock*. New York: Bantam books Inc.
- Tsupros, N., R. Kohler & J. Hallinen. (2009). *STEM Education: A Project TO Identify the Missing Components*. A Collabotarive Study Conducted by the IUI Center for STEM Education and Carnegie Mellon University.
- Uno, H. B, "Teori Motivasi dan Pengukurannya", Jakarta: Bumi Aksara, 2008.
- Wijayanti & Fajriyah (2018). Implementasi *Stem Project Based Learning* Untuk Meningkatkan Keterampilan Kerja Ilmiah Mahasiswa Calon Guru SD. *Jurnal Pendidikan Sains (JPS)*, 06 (02), 62-69
- Yadav, A. et al. (2014) Computational thinking in elementary and secondary teacher<sup>[1]</sup> education. *ACM Transactions on Computing Education*, 14 (1)





# STRATEGI DIGITALISASI SARPRAS

Meningkatkan Kualitas  
Pengelolaan Sarana  
& Prasarana SMK



DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN VOKASI  
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN