

Panduan Pengembangan Konten Digital

Sahid

Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY

sahid@uny.ac.id, sahidyk@gmail.com

A. Apakah Konten Digital?

Konten digital atau media digital adalah setiap konten atau informasi yang berbentuk data digital, disimpan pada penyimpanan digital atau analog sebagai file komputer dalam format tertentu, atau disiarkan (didistribusikan) secara digital melalui media elektronik, seperti Internet (lihat [Wikipedia](#), [Eileen Mullan, 2020](#)). Pengertian dan istilah konten digital ini lebih bersifat umum, yakni konten digital sebagai media atau informasi digital. Kegunaan konten digital yang terkandung di dalam pengertian tersebut juga bersifat umum.

Pada panduan ini, konten digital yang dimaksud adalah konten-konten digital yang digunakan di dalam konteks pembelajaran (*e-learning*). Dalam hal ini terdapat istilah lain yang sering digunakan, seperti objek pembelajaran (*learning object*, *educational object*), aset digital (*digital asset*), objek pembelajaran digital (*digital learning object*), objek pembelajaran e-learning (*e-learning object*), dan sebagainya. Istilah-istilah ini sebenarnya mengandung pengertian yang sama, dan secara umum yang lebih banyak digunakan adalah istilah objek pembelajaran atau *learning object* (LO). Istilah ini diperkenalkan oleh Wayne Hodgins (1994) sebagai pengembangan konsep dari Gerald (1967) yang semula disebut dengan berbagai istilah seperti: *asset*, *content object*, *shareable content object*, *educational object*, *instructional component*, *information object*, *intelligent object*, *knowledge bit*, *knowledge element*, *knowledge object*, *training object*, *learning component*, *learning resource*, *reusable learning object* (RLO), *reusable information object* (RIO), *online material*, *media objects*, *raw media elements*, *unit of learning*, *unit of study* (lihat misalnya: Vargo et. al., 2003; McGreal, 2004; Lujara, 2010; Kusnandar, 2013). Penggunaan kata “objek” pada istilah “objek pembelajaran” berasal dari paradigma pemrograman berorientasi objek pada ilmu computer (lihat Lujara, 2010).

Terdapat banyak pengertian objek pembelajaran (LO) yang dapat ditemukan di dalam literatur, dan sampai saat ini belum disepakati satu definisi baku yang sudah diterima oleh para pakar maupun organisasi/lembaga yang terkait dengan e-learning. Salah satu definisi yang sering dikutip di dalam literatur adalah definisi yang diberikan oleh **Komite Standar Teknologi Pembelajaran** (LTSC) dari **Institute of Electrical and Electronics Engineers** (IEEE). LTSC IEEE mendefinisikan LO sebagai setiap entitas, baik digital maupun non-digital, yang dapat digunakan dalam pembelajaran berbantuan teknologi. Selanjutnya, LTSC memberikan contoh-contoh yang termasuk LO, mencakup di antaranya konten multimedia, konten pembelajaran, tujuan pembelajaran, software pembelajaran dan software aplikasi, orang, organisasi, atau kejadian yang digunakan di dalam pembelajaran berbantuan teknologi (Sosteric dan Hesemeier, 2002).

Cakupan LO dalam definisi LTSC IEEE tersebut sangatlah luas dan belum dapat memberikan arah maupun panduan di dalam pengembangan konten digital (LO) itu sendiri. Hal umum yang dapat dipahami atau disimpulkan dari definisi ini adalah bahwa LO merupakan sesuatu yang digunakan di dalam lingkungan pembelajaran. Oleh karena itu, Sosteric dan Hesemeier (2002) mengusulkan definisi LO sebagai file digital (gambar, video, dll.) yang dirancang untuk digunakan, baik secara sendirian maupun digabungkan dengan objek-objek media lain, dalam rangka mencapai tujuan pedagogis (untuk

memfasilitasi atau mendorong terjadinya kegiatan belajar) yang dapat diukur dan diamati. Selanjutnya, McGreal (2004) menyimpulkan bahwa LO sebagai sumber digital yang dapat digunakan berulang kali (*reuseable digital resource*) di dalam suatu pelajaran atau rangkaian pelajaran dalam bentuk unit, modul, kursus/kuliah, bahkan program. McGreal menambahkan bahwa pelajaran di sini adalah suatu penggalan proses pembelajaran yang biasanya mempunyai satu atau lebih tujuan pembelajaran.

Selanjutnya, dalam Panduan ini akan digunakan definisi konten digital sebagai objek pembelajaran (LO) dengan pengertian **file digital yang memuat data, informasi, atau penggalan informasi yang bersifat granular, dengan ukuran tidak terlalu besar, yang dapat disimpan dan didistribusikan melalui media elektronik, dan dirancang untuk dapat dikemas atau dipakai ulang sebagai sumber atau bahan belajar siswa/mahasiswa pada suatu kegiatan pembelajaran atau rangkaian kegiatan pembelajaran dengan tujuan tertentu dalam bentuk unit (satuan pelajaran), modul, kursus/kuliah atau program yang dilaksanakan dengan bantuan teknologi**. Pengertian granular di sini artinya LO memuat serpihan materi pembelajaran – yang berupa pesan, gagasan, atau konsep tertentu, yang dapat berdiri sendiri. Teknologi di sini yang dimaksud adalah Internet (Web) dan sistem pengelolaan pembelajaran (*learning management system*, LMS), yakni lingkungan belajar atau teknologi *e-learning* yang digunakan.

Berdasarkan definisi di atas, setiap konten digital (selanjutnya akan disingkat LO), memiliki karakteristik:

1. berupa file digital (berkas komputer) yang dapat disimpan, dilacak/ditelusuri, dan diperbarui;
2. memuat data, informasi, atau penggalan informasi berupa pesan, gagasan tunggal, atau konsep tertentu yang dapat berdiri sendiri;
3. berukuran tidak terlalu kecil maupun terlalu besar (baik ukuran file, misalnya 0,1 – 5 MB, maupun volume data/informasi/penggalan informasi yang termuat di dalamnya, misalnya: untuk teks 5 –25 halaman, untuk video durasinya 2 – 15 menit);
4. dapat disimpan dan didistribusikan melalui media elektronik;
5. dikaitkan dengan suatu tujuan pembelajaran (dapat memberikan pengalaman belajar sesuai tujuan pembelajaran tertentu, memfasilitasi aktivitas belajar, mengukur pencapaian tujuan pembelajaran);
6. dapat digunakan sebagai sumber belajar mandiri (bersifat *self contained*, meskipun di dalamnya terdapat rujukan pada LO atau sumber belajar lain) dalam suatu unit pembelajaran *e-learning*;
7. dapat dikemas/dirangkai sebagai bagian sumber belajar dalam suatu unit pembelajaran, modul, kursus/kuliah, atau program pelatihan berbasis *e-learning*; dan
8. dapat dipakai ulang dalam berbagai unit pembelajaran, modul, kursus/kuliah, atau program pelatihan berbasis *e-learning*.

Selain karakteristik di atas, dalam berbagai literatur juga disebutkan beberapa karakteristik yang harus dimiliki suatu LO, di antaranya (lihat misalnya, Lujara, 2010):

1. *Reusability*: dapat digunakan (tanpa bermasalah) di dalam berbagai konteks, skenario, dan situasi pembelajaran yang berbeda;
2. *Flexibility*: mudah diadaptasi (tidak memerlukan modifikasi yang rumit) untuk memenuhi kebutuhan pembelajar sehingga dapat mengantarkannya ke tujuan pembelajaran yang akan dicapai;
3. *Manageability*: mudah ditelusuri riwayatnya dan diperbarui;
4. *Accessibility*: mudah didistribusikan dan digunakan, artinya tersedia secara online dan dapat dicari menggunakan mesin pencari Internet dan diklasifikasi secara terstruktur (mekanisme metadata);
5. *Durability*: kemanfaatannya bertahan lama – tidak hanya sekali pakai, baik dari sisi konten maupun ketersediaannya;
6. *Interoperability*: dapat digunakan dan ditampilkan dalam berbagai sistem *e-learning*, sistem operasi, maupun perangkat keras yang berbeda;

7. *Shareability*: konten dapat diakses oleh banyak pengguna (secara bersamaan) dengan sistem e-learning yang berbeda;
8. *Activity-size based (scalability)*: isinya tidak terlalu sempit maupun terlalu luas sehingga dapat digunakan sebagai pendukung suatu aktivitas belajar pada satu pelajaran atau modul, atau sebagai satu-satunya pendukung (sumber belajar) suatu pelajaran.

Suatu LO juga dapat diidentifikasi berdasarkan tiga sifat, yakni tingkat agregasi, tingkat interaktivitas, dan jenis sumber. Ketiga sifat ini merupakan unsur-unsur metadata baku LO (LOM) dari IEEE 2002 (Vargo et.al, 2003). Metadata LO adalah suatu deskripsi atau informasi tentang LO untuk memudahkan perancang menentukan bagaimana dan di mana LO dapat digunakan (Andriotis, 2016). Deskripsi ini dimaksudkan untuk memudahkan proses pengelolaan, pencarian dan akses serta penggunaannya di berbagai platform yang berbeda. Metadata LO dapat mencakup:

1. **Tujuan**: kegunaan LO dan di mana LO tersebut dapat digunakan;
2. **Prasyarat**: kemampuan/keterampilan yang harus dimiliki pembelajar sebelum mempelajari LO tersebut;
3. **Topik**: penjelasan isi LO;
4. **Kategori/klasifikasi**: penjelasan konteks di mana LO dapat digunakan;
5. **Interaktivitas**: model interaksi (penyajian LO) yang digunakan untuk mempelajari LO ; dan
6. **Persyaratan teknologi**: penjelasan spesifikasi minimum, baik hardware maupun software, yang dibutuhkan untuk menggunakan LO tersebut.

LOM baku dari IEEE mencakup 59 elemen yang dikelompokkan menjadi 9 kategori, yakni (Vargo et.al, 2003):

1. Umum (*General*),
2. Siklus hidup (*Lifecycle*),
3. Meta-metadata,
4. Teknis (*Technical*),
5. Pendidikan (*Educational*),
6. Hak (*Rights*),
7. Relasi (*Relation*),
8. Anotasi (*Annotation*),
9. Klasifikasi (*Classification*).

Vargo et.al. juga menambahkan perlunya elemen metadata LO berupa kualitas LO, yang dinilai oleh pengguna atau asesor pihak ketiga.

Metadata sangat penting agar suatu LO memenuhi karakteristik-karakteristik sebagaimana disebutkan di atas. Kenyataannya, sekarang banyak institusi dan organisasi yang mengembangkan bahan-bahan pembelajaran dan menyelenggarakan pelajaran, modul, kuliah, maupun program untuk topik-topik yang sama. Berbagai bentuk dan tingkat pembelajaran untuk topik-topik yang sama dapat menggunakan LO yang sama, atau paling tidak mengadopsi dan mengadaptasi dari LO untuk topik-topik yang sama yang sudah tersedia, sehingga dapat terbentuk standarisasi isi untuk tujuan pembelajaran yang sama di seluruh dunia serta efisiensi pengembangan pembelajaran berbasis *e-learning*. Di sinilah peran metadata LO guna memudahkan proses pencarian, berbagi, dan akses bahan-bahan kuliah antar sistem dan lingkungan pembelajaran *e-learning* di antara berbagai institusi maupun lembaga pendidikan. Keuntungan metadata LO adalah memudahkan pencarian LO non-teks (misalnya gambar, video, audio) dan kesesuaian LO untuk tujuan atau konteks pembelajaran tertentu. Keuntungan ini mungkin tidak selalu dapat diperoleh hanya dengan menggunakan mesin pencari Web biasa yang berbasis teks.

**Tabel 1. Jenis-jenis LO Berdasarkan Metadata LOM Baku dari IEEE
(modifikasi dari Vargo et.al, 2003)**

Sifat LO	Elemen/Unsur	Penjelasan
Tingkat Agregasi	Tingkat 1	Tingkat agregasi yang paling granular atau atomik, berupa objek isi/material yang dapat dipelajari, informasi, atau objek pengetahuan. <u>Contoh:</u> dokumen teks, sebuah gambar/foto, klip video, simulasi, atau objek-objek lain yang dapat digunakan di dalam <i>e-learning</i> .
	Tingkat 2	Suatu kumpulan atom, misalnya sebuah dokumen HTML atau materi suatu pelajaran yang memuat teks dengan beberapa gambar, klip video, animasi.
	Tingkat 3	Kumpulan LO tingkat 2, misalnya kumpulan file-file HTML yang dirangkai dengan menggunakan <i>hyperlink</i> pada sebuah halaman indeks, membentuk suatu modul, atau kumpulan beberapa modul sebagai materi suatu kuliah.
	Tingkat 4	LO dengan tingkat agregasi tertinggi, misalnya kumpulan kuliah atau kursus untuk memperoleh sebuah sertifikat suatu program.
Tipe Interaktivitas	Eksposisi	Informasi mengalir terutama dari objek ke pembelajar. <u>Contoh:</u> teks, gambar, klip video, klip audio, dokumen-dokumen yang saling terkait dengan <i>hyperlink</i> .
	Aktivitas	Informasi mengalir dua arah dari objek ke pembelajar dan dari pembelajar ke objek pada kegiatan belajar melalui melakukan (<i>learning by doing</i>). <u>Contoh:</u> simulasi, soal-soal latihan
	Campuran	Gabungan eksposisi dan aktivitas.
Jenis Sumber	Macam/jenis/bentuk LO	Teks/dokumen (narasi, soal ujian, problem, soal latihan, kuis, asesmen mandiri, indeks, rangkuman, glosarium, dll.), gambar (foto, diagram, sketsa, grafik, dll.), audio (musik, narasi, dialog, lagu, dll.), video, film, animasi, simulasi, dsb.

Ditinjau dari fungsinya, LO dapat digunakan untuk memfasilitasi kegiatan pembelajaran dalam bentuk:

- 1) menyajikan atau menyampaikan informasi;
- 2) memberikan interaktivitas (latihan dan praktik, simulasi, dll.) yang menuntut pembelajar melakukan sesuatu seperti memberikan respon, menjawab pertanyaan, menyelesaikan soal atau masalah latihan, bahkan melakukan aktivitas fisik, tidak hanya sekedar membaca yang hanya melibatkan aktivitas indera penglihatan dan aktivitas mental; dan
- 3) mengukur pencapaian tujuan pembelajaran (asesmen).

B. Apa Saja Jenis-jenis Konten Digital?

1. Teks Bacaan (Uraian Materi), Pengantar, Petunjuk Belajar, Tugas

Teks adalah LO yang berupa tulisan dengan menggunakan jenis huruf tertentu dan dalam bahasa tertentu, disusun dalam bentuk kalimat, butir-butir, tabel, paragraf, dan prosa. Teks dapat memuat simbol tertentu seperti angka, notasi atau persamaan matematis. Dalam sistem pembelajaran berbasis *e-learning*, teks dapat digunakan untuk menuliskan:

- a. pengantar (misalnya penjelasan tujuan pembelajaran dan petunjuk belajar);
- b. uraian materi atau teks bacaan, rangkuman, glosarium, indeks, rujukan dan kepustakaan;
- c. soal, permasalahan, tugas, kuis, dan tes.

Terdapat berbagai macam format teks yang dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran *e-learning*, di antaranya:

- 1) **Doc** atau **Docx**: format dokumen dari MS Word atau software lain yang kompatibel,
- 2) **PDF**: format dokumen portabel yang dapat dihasilkan oleh berbagai software,
- 3) **PPT** atau **PPTX**: format dokumen slide presentasi dari MS Power Point atau software lain yang kompatibel,
- 4) **HTML**: format dokumen untuk halaman Web yang dapat dihasilkan dengan berbagai macam software atau editor teks,
- 5) **Markdown**: format dokumen Web mutakhir dengan bahasa *tag* sederhana yang dapat dihasilkan dengan editor teks atau editor khusus Markdown.

Meskipun LO yang berupa teks mungkin kurang disukai oleh sebagian mahasiswa, khususnya mereka yang menyukai media audio visual, namun media teks selalu diperlukan di dalam sistem *e-learning* karena fungsi teks sebagaimana disebutkan di atas. Selain itu, teks juga memiliki keuntungan-keuntungan lain, seperti di bawah ini.

- 1) Tidak diperlukan keahlian khusus untuk membuat media teks, kecuali teks dengan format tertentu.
- 2) Tidak diperlukan software khusus untuk membuat media media teks, kecuali untuk format teks tertentu.
- 3) Tidak diperlukan piranti khusus untuk menampilkan media teks, kecuali untuk format teks tertentu.
- 4) Teks dapat digunakan untuk menuliskan dan menjelaskan berbagai hal yang diperlukan atau digunakan di dalam pembelajaran *e-learning*.
- 5) LO teks dengan konten sama dapat dikemas dalam berbagai format file yang berbeda untuk memberikan fleksibilitas akses.
- 6) Teks dapat diperkaya dengan berbagai komponen multimedia lain (audio, gambar diam, video) untuk meningkatkan minat dan pemahaman mahasiswa.
- 7) Pengaturan format huruf (*font*) dan bentuk paragraf dapat dibuat lebih menarik dengan memilih ukuran, warna, dan format paragraf yang artistik.
- 8) Teks dapat disajikan dalam bentuk tabel, slide (atau butir-butir), infografik yang lebih ringkas untuk menjelaskan sesuatu secara lebih cepat.

2. Visual Pendukung Bacaan (Foto, Gambar, Grafik, Diagram, Peta, Infografis)

Tabel 2. Jenis-jenis LO Visual, Pengertian, dan Format File LO

LO Visual	Pengertian	Alat Penghasil file LO	Format File
Foto	Tiruan objek visual (sesuatu yang dapat dilihat oleh mata) yang dihasilkan oleh kamera	<ul style="list-style-type: none"> Kamera digital Kamera analog, printer, kertas foto dan alat pemindai (<i>scanner</i>) 	a. Asli dari kamera: JPG/JPEG, BMP b. Hasil pindaian: PDF, JPG/JPEG, BMP, PNG, TIFF, GIF, RAW
Gambar	Tiruan objek visual atau visualisasi konsep, benda, kejadian abstrak, atau hasil pemikiran yang dihasilkan	<ul style="list-style-type: none"> Alat gambar, kertas, dan <i>scanner</i> 	a. Format <i>bitmap/ raster</i> (piksel): JPG/ JPEG, PNG, BMP, TIFF, GIF, RAW, PSD

	oleh alat tulis, alat gambar, atau software komputer	<ul style="list-style-type: none"> • Software untuk menggambar 	b. Format grafik vektor (geometris): PDF, EPS, SVG, AI
Grafik	Visual yang menunjukkan hubungan antar (biasanya 2) himpunan nilai, hasil pengukuran, atau variabel.	<ul style="list-style-type: none"> • Alat tulis, kertas grafik, dan <i>scanner</i> • Software pengolah data 	Dapat langsung disisipkan ke dalam teks menggunakan perintah atau program khusus dalam bahasa pemrograman tertentu, atau disimpan sebagai file gambar.
Diagram	Visual yang menunjukkan sebuah proses/prosedur/alur kerja/algoritma, hubungan antar entitas, konsep, ilmu pengetahuan, atau struktur. Sering juga disebut dengan istilah bagan.	<ul style="list-style-type: none"> • Alat tulis, kertas grafik, dan <i>scanner</i> • Software untuk membuat diagram 	Dapat langsung disisipkan ke dalam teks menggunakan perintah atau program khusus dalam bahasa pemrograman tertentu, atau disimpan sebagai file gambar.
Peta	Visual yang menunjukkan hubungan antar elemen (unsur) suatu ruang tertentu (misalnya ruang geografis, astronomis, alam semesta).	<ul style="list-style-type: none"> • Alat tulis, kertas, dan <i>scanner</i> • Software untuk membuat peta 	Meta Google dapat disisipkan secara langsung menggunakan link ke dokumen HTML. Tangkapan layar peta dapat disimpan dalam format gambar. File data peta dapat disimpan dalam berbagai format khusus.
Infografis	Visual yang menyajikan suatu informasi, data, atau pengetahuan secara singkat dan jelas (biasanya tidak lebih dari 1 halaman). Infografis biasanya memuat teks secara terbatas.	<ul style="list-style-type: none"> • Alat tulis, kertas, dan <i>scanner</i> • Software untuk membuat infografis atau diagram 	Dapat langsung disisipkan ke dalam teks menggunakan perintah atau program khusus dalam bahasa pemrograman tertentu, atau disimpan sebagai file gambar.

Visual pendukung bacaan digunakan di dalam LO teks untuk membuat teks bacaan menjadi lebih atraktif. Visualisasi ini dapat berupa foto, gambar, grafik, diagram, peta, dan infografis. Dalam disiplin ilmu disain grafis, masing-masing visualisasi tersebut mempunyai pengertian yang spesifik. Akan tetapi, untuk keperluan praktis, masing-masing dijelaskan pada **Tabel 2**.

Dilihat dari bentuk fisik (tampilan), visualisasi dapat berupa foto (visualiasi objek nyata), gambar objek nyata, komik (cerita bergambar), gambar disain/model pakaian, gambar seni coretan (*line art*), gambar sketsa, gambar ilustrasi datar (gambar 2 dimensi yang menekankan aspek perspektif dan gerakan untuk memberikan kesan hidup), gambar potret, gambar karikatur, gambar ilustrasi buku anak, gambar kartun, gambar ilustrasi 3D, grafik, diagram, peta, dan infografis.

Tabel 3 menyajikan daftar format file gambar yang banyak digunakan beserta kelebihan dan kekurangan masing-masing.

Tabel 3. Macam-macam Format Gambar, Kelebihan dan Kekurangan

Format file Gambar	Penjelasan	Kelebihan	Kekurangan
JPG/JPEG	Joint Photographic Experts Group	<ul style="list-style-type: none"> • Ukuran file relatif kecil • Didukung oleh semua OS dan browser, cocok sebagai format file LO 	<ul style="list-style-type: none"> • Kompresi <i>lossy</i> membuat kualitas gambar turun jika ukuran file diperkecil dengan kompresi
PNG	Portable Network Graphics	<ul style="list-style-type: none"> • Ukuran file kecil, kompresi <i>lossless</i>, kualitas gambar tetap terjaga • Cocok sebagai komponen visual di dalam LO teks • Cocok untuk format gambar yang memuat teks (seperti infografik, tangkapan layar) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kualitas gambar tidak sebagus kualitas foto (JPG/JPEG) • Kemampuan warna terbatas, untuk versi PNG dengan kedalaman warna tinggi ukuran filenya sangat besar
GIF	Graphics Interchange Format	<ul style="list-style-type: none"> • Ukuran file kecil, mendukung animasi • Cocok sebagai komponen visual di dalam LO teks 	<ul style="list-style-type: none"> • Kualitas gambar relatif rendah • Kemampuan warna terbatas
TIFF	Tagged Image File	<ul style="list-style-type: none"> • Kualitas gambar bagus, kompresi <i>lossless</i> • Cocok untuk edit gambar profesional untuk dicetak 	<ul style="list-style-type: none"> • Ukuran file besar • Kurang cocok sebagai file LO untuk <i>e-learning</i>
BMP	Bitmap	<ul style="list-style-type: none"> • Didukung oleh semua browser, OS, dan kebanyakan editor gambar 	<ul style="list-style-type: none"> • Format file gambar usang • Ukuran file besar, kualitas gambar tidak sepadan
PSD	Photoshop Document	<ul style="list-style-type: none"> • Kualitas gambar <i>lossless</i> • Mudah diedit/dimodifikasi (namun hanya dengan software Adobe Photoshop) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ukuran file besar • Dukungan browser, OS, dan aplikasi terbatas • Tidak cocok sebagai format file LO untuk <i>e-learning</i>
RAW	Raw Image Formats, biasanya asli dari kamera digital atau alat pemindai	<ul style="list-style-type: none"> • Kualitas gambar bagus • File dapat diedit dengan aplikasi editor gambar untuk diubah ke format lain 	<ul style="list-style-type: none"> • Ukuran file besar • Tidak cocok sebagai format file LO untuk <i>e-learning</i>
WebP	Format file gambar dari Google dengan kualitas foto	<ul style="list-style-type: none"> • Kompresi <i>lossy</i> dan <i>lossless</i>, sehingga ukuran file relatif kecil • Mendukung animasi, transparan, profil warna, metadata • Kualitas gambar bisa seperti foto 	<ul style="list-style-type: none"> • Dukungan browser, OS, dan aplikasi editornya masih terbatas
HEIF	High Efficiency Image File Format	<ul style="list-style-type: none"> • Kualitas lebih bagus daripada JPEG dengan ukuran file yang sama 	<ul style="list-style-type: none"> • Dukungan browser, OS, dan aplikasi sangat terbatas, sehingga tidak cocok sebagai file LO

Format file Gambar	Penjelasan	Kelebihan	Kekurangan
PDF	Portable Document Format	<ul style="list-style-type: none"> • Biasa digunakan untuk format file dokumen teks • Dapat digunakan sebagai format file gambar berbasis vektor (geometri) • Kompresi <i>lossless</i> • Gambar dapat memuat hiperlink • Cocok sebagai format file LO untuk <i>e-learning</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak dapat dipadukan dengan dokumen teks, harus sebagai file terpisah • File PDF susah diedit
EPS	Encapsulated Postscript	<ul style="list-style-type: none"> • File gambar berbasis vektor (geometri) • Kompresi <i>lossless</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Lebih cocok untuk format file dokumen teks • Dukungan browser terbatas
SVG	Scalable Vector Graphics, format file gambar vektor berbasis XML	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat diedit menggunakan editor gambar maupun editor teks • Ukuran file kecil • Didukung oleh sebagian besar browser modern dan software ilustrasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Dukungan aplikasi editor gambar terbatas • Kurang cocok untuk format file gambar yang rumit
AI	Adobe Illustrator Document	<ul style="list-style-type: none"> • Ukuran file mudah disesuaikan tanpa mengurangi kualitas gambar 	<ul style="list-style-type: none"> • Ukuran file relatif besar • Dukungan browser, OS, dan aplikasi sangat terbatas • Tidak cocok sebagai format LO untuk <i>e-learning</i>
XCF	eXperimental Computing Facility	<ul style="list-style-type: none"> • Kualitas kompresi <i>lossless</i> • Mudah dimodifikasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Ukuran file besar • Kurang cocok sebagai format file LO untuk <i>e-learning</i>

Seperti disebutkan di atas, salah satu jenis LO visual adalah infografis, yakni visual yang menyajikan suatu informasi, data, atau pengetahuan secara singkat dan jelas (biasanya tidak lebih dari 1 halaman). Infografis biasanya memuat teks secara terbatas. Di dalam sistem pembelajaran *e-learning*, infografis dapat digunakan untuk:

- menyajikan tujuan pembelajaran;
- menyajikan topik-topik dan aktivitas yang akan dipelajari dan lakukan oleh mahasiswa;
- menyajikan ringkasan, rangkuman, atau kesimpulan hasil pembahasan topik tertentu;
- menyajikan suatu masalah/tugas/proyek atau bahan diskusi;
- menyajikan garis waktu perjalanan sejarah atau rekam jejak sesuatu;
- menyajikan suatu proses, rancangan sesuatu, algoritma, prosedur, petunjuk, tips atau instruksi;
- menyajikan hasil analisis data statistika atau hasil suatu penelitian;
- menyajikan perbandingan antar beberapa pilihan;
- dan lain-lain.

Pada Web Visme (<https://visme.co/blog/what-is-an-infographic/>) disebutkan macam-macam infografis sebagaimana dijelaskan pada **Tabel 4**. Setiap jenis infografis fokus pada penyajian materi (konten) tertentu atau aspek tertentu. Contoh-contoh dan *template* untuk masing-masing tipe infografis, serta panduan membuat infografis dapat dilihat di antaranya di Web Visme (<https://visme.co/blog/what-is-an-infographic/>) dan Web VENNGAGE (<https://venngage.com/blog/what-is-an-infographic/>).

Tabel 4. Jenis-jenis Infografis dan Karakteristiknya

Jenis Infografis	Karakteristik
Infografis Statistik	<ul style="list-style-type: none"> • menggunakan tipografi, diagram dan grafik untuk menyajikan riset, fakta, dan data secara visual; • fokus pada suatu riset atau visualisasi data, atau menggunakan gabungan berbagai visualisasi untuk menyajikan berbagai fakta dan data terkait topik tertentu; • biasanya menggunakan lebih sedikit teks dan lebih banyak fokus pada data.
Infografis Informasi	<ul style="list-style-type: none"> • menggunakan kombinasi teks dan unsur-unsur visual untuk menjelaskan topik tertentu (yang baru dan belum dikenal) secara menarik dan sederhana, atau menyajikan suatu proses, rancangan sesuatu, algoritma, prosedur, petunjuk, tips atau instruksi; • biasanya lebih banyak menyajikan teks untuk menyampaikan suatu cerita, sehingga dapat digunakan sebagai suatu LO dengan konten mandiri; • penempatan dan pengaturan <i>font</i> untuk teks dan unsur-unsur visual sedemikian rupa dapat mengarahkan pandangan dari satu posisi ke posisi yang lain sesuai urutan tertentu.
Infografis Proses	<ul style="list-style-type: none"> • biasanya menggunakan diagram alir, diagram, bahkan <i>timeline</i> untuk menyajikan tahap-tahap suatu proses atau menyajikan suatu proses pengambilan keputusan secara lebih singkat dan jelas.
Infografis <i>Timeline</i>	<ul style="list-style-type: none"> • menyajikan informasi secara kronologis (berdasarkan urutan waktu), misalnya sejarah, rekam jejak, atau jadwal pelaksanaan suatu kegiatan.
Infografis Anatomi	<ul style="list-style-type: none"> • menjelaskan sesuatu (disajikan dengan gambar) bagian demi bagian; • setiap bagian diberi label dan penjelasan singkat.
Infografis Hirarkis	<ul style="list-style-type: none"> • menyajikan informasi secara terstruktur dalam bentuk serupa piramida guna menunjukkan tingkatan-tingkatan (misalnya prioritas, keluasan, atau kesulitan) yang berbeda.
Infografis Daftar	<ul style="list-style-type: none"> • menyajikan informasi secara ringkas dalam bentuk daftar butir (faktor, unsur, bagian, langkah, tahap, dan sebagainya); • biasanya disajikan secara sederhana dan menarik untuk dibaca.
Infografis Perbandingan	<ul style="list-style-type: none"> • berguna untuk membandingkan secara visual berbagai objek, orang, ide, konsep, produk, atau merek guna menjelaskan kesamaan dan perbedaannya; • biasanya memiliki tata letak multi-kolom, yang berguna untuk membandingkan dan mengkontraskan dua topik yang berbeda secara berdampingan; • dapat juga berupa bagan perbandingan, yang membandingkan dan mengontraskan berbagai fitur atau merek dalam bentuk tabel visual;
Infografis Berbasis Lokasi (Peta)	<ul style="list-style-type: none"> • menampilkan informasi geografis dalam bentuk visual menggunakan warna pada peta untuk menyorot berbagai wilayah, dan bahkan membuatnya interaktif dengan menambahkan efek hover, tautan, dan animasi; • dapat digunakan untuk menampilkan data dan statistik lokal, nasional atau global;

Jenis Infografis	Karakteristik
	<ul style="list-style-type: none"> membuat visual menjadi sangat baik untuk melengkapi halaman blog, media sosial, laporan, atau bahan presentasi;
Infografis Resume Visual	<ul style="list-style-type: none"> merupakan model resume atau CV dengan tampilan yang menyegarkan pada gaya infografis standar, dilengkapi visualisasi seperti radial, bilah kemajuan, ikon, dan panah untuk mengilustrasikan keterampilan, minat, pengalaman, dan lainnya.

3. Audio/Suara (Narasi, Lagu, Dialog, Musik)

Audio di sini yang dimaksudkan adalah suara yang merupakan pendukung sebagai kesatuan bahan ajar yang dipelajari oleh mahasiswa, bukan sekedar audio latar atau pengiring suatu LO. Contoh audio yang merupakan LO adalah:

- Narasi (pengucapan) teks bacaan;
- Audio rekaman suara penjelasan tentang topik tertentu yang bukan sekedar narasi teks tertulis,
- Audio bunyi atau cara membaca suatu tulisan atau simbol (misalnya pada bahan ajar pembelajaran bahasa – seperti bahasa Inggris, bahasa Arab, bahasa Jepang, cara membaca simbol/notasi matematika, cara membaca notasi musik, dan sebagainya);
- Audio musik atau lagu (misalnya pada pelajaran musik atau memperkenalkan lagu-lagu kebangsaan, pelajaran qiro’ah (lagu bacaan) al Qur’an, dan sebagainya); dan
- Audio dialog (percakapan), reportase, atau pembacaan berita (misalnya pada pelajaran *listening* bahasa tertentu, atau studi kasus).

Selain fungsi-fungsi yang secara implisit disebutkan di atas, LO yang berupa audio dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses belajar apabila digunakan secara tepat. Di antara fungsi-fungsi audio di dalam *e-learning* adalah: (1) dapat memperkaya sebuah cerita (baik dalam bentuk cerita tertulis maupun cerita animasi) – misalnya untuk membangkitkan imajinasi pembaca/penonton (mahasiswa), (2) dapat digunakan untuk menjelaskan konsep atau proses yang rumit (biasanya juga yang disajikan dalam bentuk diagram atau animasi), (3) dapat membawa mahasiswa hanyut ke dalam isi materi yang sedang dipelajari, dan (4) dapat membuat suasana belajar menjadi lebih menyenangkan.

Penyajian LO audio harus dilakukan secara interaktif (tidak otomatis), sehingga mahasiswa dapat memainkan suara/musik dan mengatur volume suara secara interaktif, misalnya dengan menekan tombol **PLAY** atau **VOLUME**.

LO audio disimpan dalam format file audio khusus. Format file audio dikelompokkan menjadi tiga jenis, (1) format audio tanpa kompresi, (2) format audio dengan kompresi *loss/less* (tanpa kehilangan kualitas), dan (3) format audio dengan kompresi *lossy* (kehilangan kualitas).

a. Format audio tanpa kompresi

Format ini dikenal juga dengan format audio mentah (*raw audio format*) menyimpan audio dengan tetap mempertahankan keutuhan setiap bit dan *sample rate* dari sumber audio asli. Data audio disimpan sebagai nilai-nilai modulasi kode-pulsa (PCM) mentah tanpa informasi *header* seperti *sampling rate*, *bit depth*, *endian*, atau banyak kanal. Beberapa contoh format audio tanpa kompresi disajikan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Format Audio Tanpa Kompresi

Format audio tanpa kompresi	Kepanjangan	Keterangan
PCM	<i>Pulse-Code Modulation</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Digunakan pada CD dan DVD • Mengubah gelombang analog menjadi digital bit • Kualitas audio hampir menyamai kualitas audio analog
DSD	<i>Direct Stream Digital</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Format audio resolusi tinggi, menggunakan kode <i>pulse-density modulation</i> • Ukuran file sangat besar
WAV	<i>Waveform Audio File</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Format file baku audio dari Microsoft dengan ukuran sangat besar (sekitar 10 MB/menit) • Menyimpan seluruh data asli audio, sekuualitas CD audio • Ideal untuk berbagai antar para editor audio • Cocok untuk sinkronisasi dengan video
AIFF	<i>Audio Interchange File Format</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Format audio dari Apple • Menyimpan seluruh data asli suara • Cocok untuk edit dan penggabungan suara
AU	<i>Audio</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Format sederhana dan baku file audio dari Sun Microsystems (digunakan di Sun, Unix, Java) • Tidak banyak didukung oleh OS selain UNIX

b. Format audio terkompresi tanpa kehilangan kualitas (*lossless compression*)

Format ini menyimpan data audio dengan ukuran yang lebih kecil (sekitar 50%) daripada ukuran file format tanpa kompresi, namun dengan kualitas yang identik. Data asli dapat dibuka kembali dari file terkompres. Ukuran filenya tentu masih lebih besar daripada ukuran file MP3. Beberapa contoh format audio terkompresi *lossless* adalah:

- **Apple Lossless (ALAC):** hanya dapat digunakan pada komputer Apple;
- **FLAC (Free Lossless Audio Codec):** format gratis dan kode terbuka, kualitas lebih bagus daripada MP3 dan DVD, hampir sama dengan kualitas aslinya, namun ukuran file cukup besa, sehingga tidak cocok sebagai format LO audio;
- **Lossless Windows Media Audio (.wma):** format audio dari Microsoft;
- **Monkey's Audio (.ape);**
- **WavPack (.wv).**

c. Format audio terkompresi dengan kehilangan kualitas (*lossy format*)

Format ini dihasilkan dari proses *lossy compression* dengan tingkat kompresi yang lebih tinggi daripada *lossless*, terjadi penghapusan data sehingga ukuran file menjadi lebih kecil, namun tidak dapat dikembalikan ke data audio aslinya. Beberapa format audio *lossy* yang paling populer adalah sebagai berikut.

- MP3 (MPEG-1 Audio Layer 3):** format *lossy* paling populer, dapat digunakan pada kebanyakan perangkat, ukuran file dapat menjadi sepersepuluh ukuran file audio format *lossless*, cocok sebagai format file LO audio, kebanyakan data audio yang tidak terdengar oleh telinga sudah dibuang, hanya menyimpan data audio sampai 16-bit, sehingga tidak cocok untuk diedit atau sebagai format rekaman audio asli (memerlukan minimal 24-bit).
- Vorbis (OGG):** format audio gratis dan kode terbuka, sangat cocok untuk streaming audio, namun beberapa data hilang pada saat kompresi, lebih efisien daripada MP3, kualitas suara

lebih bagus dengan *bitrate* yang sama, namun dukungan playernya masih terbatas, sehingga kurang cocok sebagai format LO audio.

- c. **AAC (Advanced Audio Coding)**: format file audio berbasis MPEG-2 dan MPEG-4, ukuran file sangat kecil (kurang dari 1 MB per menit), lebih baik daripada MP3 dengan *bitrate* sama, cocok untuk *streaming* audio, khususnya menggunakan perangkat *mobile*, namun lisensi AAC tidak gratis, sehingga kurang cocok sebagai format file LO audio untuk *e-learning*.
- d. **Lossy Windows Media Audio (WMA)**: format audio dari Microsoft, kualitas musik lebih baik dibandingkan MP3 dan AAC, dukungan hardware terbatas pada PC dan piranti tertentu, ukuran file cukup besar, kurang cocok sebagai LO audio.
- e. **Musepack (MPC)**: sebelumnya dikenal sebagai MPEGplus, MPEG+ atau MP+, merupakan *codec* audio *lossy* kode terbuka, mengoptimalkan kompresi transparan audio stereo pada *bitrate* 160–180 kbit/detik.
- f. **MP4/M4A(MPEG-4)**: biasanya digunakan untuk menyimpan data audio video, cocok untuk *streaming*, ukuran file cukup besar, sehingga kurang cocok sebagai format LO audio.

4. Video (Gambaran Kondisi Riil, Video Demonstrasi, Video Presentasi)

Perkembangan Internet dan dunia digital dewasa ini telah melahirkan revolusi di dalam proses belajar masyarakat. Sekarang, nama **Youtube** sudah dikenal oleh hampir seluruh kalangan masyarakat, dari anak-anak sampai orang tua. Youtube adalah identik dengan menonton video, mulai dari video hiburan, berita, sampai video pembelajaran. Selain mencari hiburan, orang mengakses Youtube juga dengan tujuan mencari informasi dan belajar. Fenomena Youtube tersebut menunjukkan beta besar pengaruh video di dalam proses belajar.

Video pembelajaran mempunyai peranan sangat penting di dalam proses belajar mengajar dan dapat menjadi komponen pendukung utama konten *e-learning*, bahkan beberapa situs *e-learning* ternama menyajikan semua materi pembelajaran dalam bentuk video. Topik-topik abstrak dan terlihat sulit untuk dipelajari dan diajarkan dapat menjadi lebih mudah dipelajari melalui video pembelajaran yang dirancang secara baik. Penggunaan penggalan video singkat dapat meningkatkan efisiensi proses belajar dan memudahkan mengingat hal yang sudah dipelajari. Efek audio dan visual video secara alami menarik minat belajar semua kalangan pelajar, dari anak-anak, remaja, sampai orang dewasa, karena efek tersebut memungkinkan orang belajar (memproses informasi) secara lebih alami (mengaitkan informasi-informasi yang relevan). Video pembelajaran dapat meningkatkan pengalaman belajar daripada belajar hanya dengan membaca. **Tabel 6** menyajikan beberapa keuntungan penggunaan video pembelajaran di dalam *e-learning*.

Tabel 6. Keuntungan Video Pembelajaran Bagi Siswa/Mahasiswa dan Guru/Dosen

Siswa/Mahasiswa	Guru/Dosen
<ul style="list-style-type: none"> • Mendapat rangsangan belajar yang lebih menarik dan alami daripada belajar melalui tulisan (teks) • Dapat belajar dari mana saja dan kapan saja, sesuai keberadaan dan keinginannya • Memperoleh penguatan hasil belajar (pengetahuan) karena dapat memutar video berulang-ulang sesuai kebutuhan (Riset menunjukkan bahwa video dapat memperpanjang ingatan) 	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat meningkatkan minat belajar mahasiswa, sehingga dapat memperbaiki proses belajar mengajar dan memperlancar pencapaian tujuan pembelajaran • Memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk memutar ulang, menjeda, melewati bagian-bagian tertentu dalam video guna memfasilitasi proses diskusi • Dapat menggunakan video sebagai tugas mahasiswa untuk dipelajari di rumah, kemudian didiskusikan di kelas tatap muka (<i>flipped/blended classroom</i>) • Dapat menggunakan video sebagai bagian dari materi ajar <i>e-learning</i>

<ul style="list-style-type: none"> • Mudah mempelajari topik-topik yang abstrak, rumit, dan sulit • Meningkatkan literasi digital dan komunikasinya, bagian dari keterampilan abad 21 	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat memanfaatkan fitur analitik video untuk melacak keterlibatan belajar mahasiswa selama melihat video • Memberikan kesempatan mahasiswa untuk memberikan masukan, memperoleh tutorial atau remidi • Berperan sebagai fasilitator bukan sekedar menjadi pengajar
---	---

Dilihat dari isi tayangannya, video pembelajaran dapat dikelompokkan menjadi beberapa kategori, yakni: (1) video presentasi/kuliah/ceramah/tutorial, (2) video rekaman kejadian nyata, (3) video demonstrasi, dan (4) video kombinasi. Video presentasi berisi rekaman dosen (atau presenter) yang menjelaskan topik tertentu, baik pada pertemuan tatap muka maupun di dalam studio, atau pertemuan virtual. Video kejadian nyata berisi rekaman kejadian sehari-hari, seperti tanah longsor, gunung meletus, banjir, suasana pasar, aksi demonstrasi, dan sebagainya, yang bukan kejadian direkayasa. Video demonstrasi berisi rekaman kejadian yang direkayasa atau diperagakan (misalnya untuk menunjukkan suatu proses, film, sinetron, dan lain-lain). Video kombinasi dapat memuat gabungan dari video presentasi, video kejadian nyata, dan video demonstrasi.

File video biasanya berukuran besar, sehingga untuk keperluan penyimpanan dan distribusi, diperlukan program peringkas (disebut *codec*) yang mengkodekan data video sehingga filenya berukuran lebih kecil, kemudian membuka kodenya ketika file tersebut akan dilihat atau diedit. *Codec* yang paling banyak digunakan untuk mengompresi video adalah H.264 atau AVC. Berikut adalah beberapa format file video yang paling populer.

- a. **MP4 (MPEG-4 Bagian 14)**: format file video yang paling umum, format video pilihan Apple, dapat diputar di sebagian besar perangkat lain, cocok sebagai format file LO video.
- b. **MOV (QuickTime Movie)**: menyimpan video, audio, dan efek berkualitas tinggi, tetapi file ini cenderung berukuran cukup besar, dikembangkan untuk QuickTime Player oleh Apple, menggunakan penyandian MPEG-4 untuk diputar di QuickTime untuk Windows, kurang cocok sebagai format file LO video.
- c. **WMV (Windows Media Viewer)**: format file video dari Microsoft untuk Windows Media Player, kualitas video yang bagus, ukuran file yang besar, kurang cocok sebagai format file LO video.
- d. **AVI (Audio Video Interleave)**: format file video dari Microsoft, menawarkan kualitas tertinggi tetapi juga ukuran file besar, didukung oleh hampir semua browser web di Windows, Mac, dan Linux, kurang cocok sebagai format file LO video.
- e. **AVCHD (Advanced Video Coding High Definition)**: khusus untuk video definisi tinggi, dibuat untuk *camcorder* digital Panasonic dan Sony, file-file ini dikompres untuk penyimpanan yang mudah tanpa kehilangan definisi.
- f. **FLV, F4V, dan SWF**: format video *flash (Shockwave Flash)* dari Adobe, dirancang untuk *Flash Player*, tetapi biasanya digunakan untuk streaming video di YouTube, tidak didukung oleh perangkat iOS maupun perangkat mobile, tidak cocok sebagai format file LO video karena sekarang *flash* sudah tidak didukung oleh browser-browser ternama terkait dengan masalah keamanan data.
- g. **MKV: format Matroska Multimedia Container** gratis dan open source dari Rusia, mendukung hampir setiap codec, namun tidak didukung oleh banyak program, tidak cocok sebagai format file LO video.
- h. **WEBM atau HTML5**: format video paling baik dan mulai populer untuk video yang disematkan di situs Web, ukuran file kecil, cepat dibuka dan streaming mudah, sangat cocok untuk format file LO video.

5. Multimedia Interaktif, Simulasi, Permainan Edukatif, Augmented Reality, Virtual Reality

Multimedia interaktif pada saat ini merupakan salah satu media dan bentuk penyajian materi pembelajaran yang sangat populer saat ini, baik digunakan secara luring (misalnya dalam bentuk CD Pembelajaran atau file yang dapat dibuka di komputer pengguna) maupun daring (melalui situs Web atau situs pengelola pembelajaran *e-learning* (LMS). Multimedia interaktif menggabungkan semua jenis media yang sudah dijelaskan sebelumnya (teks, visual, audio, video) dan fasilitas interaksi yang memungkinkan pengguna atau pembelajar memberikan *input* atau jawaban, baik dengan mengklik tombol menu, tombol pilihan jawaban, menuliskan teks, mengirimkan file, atau menggerakkan mouse.

Simulasi di sini yang dimaksud adalah simulasi komputer, yakni visualisasi (biasanya bersifat interaktif) yang menirukan proses nyata atau pengoperasian sebuah sistem dengan kondisi-kondisi tertentu (parameter yang dapat diubah-ubah nilainya). Dalam proses pembelajaran, simulasi memegang peranan yang penting sebagai pengganti percobaan-percobaan atau praktik yang berbahaya dan beresiko atau untuk mengamati kejadian yang sangat jarang, misalnya percobaan nuklir, uji keselamatan sebuah kendaraan dalam kecelakaan, praktik mengendalikan pesawat terbang, dan sebagainya. Simulasi juga sangat penting untuk menguji berbagai model matematika yang memuat banyak variabel dan parameter, misalnya sebelum model matematika tersebut diterapkan dalam aplikasi teknik.

Permainan edukatif di sini yang dimaksud adalah permainan berbasis komputer yang dirancang untuk membantu pemain (pembelajar/siswa/mahasiswa) memahami konsep-konsep tertentu, memperoleh pengetahuan baru, dan/atau mengembangkan keterampilan pemecahan masalah melalui bermain game. Setiap game (permainan) biasanya bersifat menarik dan menantang, serta membuat penasaran, sehingga sifat ini dapat dimanfaatkan dalam dunia pendidikan untuk membuat siswa atau mahasiswa melakukan proses belajar secara “tidak sengaja” ketika bermain game. Meskipun dikatakan “tidak sengaja” namun sudah tentu setiap permainan edukatif harus memiliki tujuan pembelajaran tertentu, sesuai dengan penggunaannya.

Augmented Reality (AR) sekarang juga sedang ngetren dan mulai dimanfaatkan sebagai media pembelajaran. Meskipun mungkin baru sebagian orang yang mengenal atau paham tentang AR ini, namun mungkin secara tidak sadar atau sengaja, sebenarnya sudah banyak yang menggunakannya, karena AR sudah mulai digunakan dalam berbagai bidang, tidak hanya pendidikan (pembelajaran) saja. AR adalah suatu teknologi yang mampu menggabungkan objek virtual yang dibuat oleh komputer ke dalam tampilan objek fisik (nyata) secara waktu riil, baik langsung maupun tak langsung, dan terlihat seperti nyata objek virtual tersebut terproyeksikan ke objek fisik. Jelas bahwa untuk menggunakan teknologi AR ini diperlukan adanya perangkat keras dan perangkat lunak khusus yang mendukung teknologi AR. Sudah tentu perangkat keras dimaksud termasuk kamera, baik kamera khusus AR, kamera *smartphone* atau *tablet*, maupun webcam pada laptop atau PC. Teknologi AR bertujuan untuk memperkaya informasi yang dapat diperoleh melalui pancaindera (objek fisik) dengan unsur-unsur virtual yang dibuat dengan komputer untuk memperoleh informasi yang lengkap dan tidak mungkin diperoleh secara nyata yang hanya mengandalkan pancaindera. Meskipun media pembelajaran berbasis AR banyak digunakan pada perangkat *mobile* (*smartphone*), namun media berbasis AR juga dapat digunakan pada PC dengan software khusus (*AR Viewer*), yang biasanya memerlukan emulator Android. Dengan demikian LO berbasis AR juga dapat digunakan di dalam sistem *e-learning*.

Virtual Reality (VR) adalah suatu teknologi yang memungkinkan pengguna (yang mengenakan peralatan khusus seperti kaca mata VR atau berada di dalam suatu studio VR) dapat berinteraksi dengan lingkungan maya (baik yang menggambarkan kondisi nyata/fisik maupun imajinasi/fiktif) hasil simulasi

komputer yang ditampilkan di layar (visual) dan mikropun (audio) dan dia merasa seolah-olah berada di lingkungan tersebut (pemandangan 3D 360 derajat). Video VR yang menampilkan gambaran lingkungan nyata (misalnya lokasi tertentu di suatu tempat di dunia) dengan pandangan 360 derajat sudah banyak digunakan dalam pembelajaran. Video VR dihasilkan dengan menggunakan kamera dan peralatan khusus dan untuk melihatnya digunakan peralatan *headset* VR atau video diproyeksikan pada layar/dinding di dalam studio VR atau ruang kelas *immersive*. Video VR juga dapat ditampilkan di layar komputer (termasuk melalui browser) dan penonton dapat menggunakan mouse untuk berinteraksi dengan video tersebut, misalnya menggeser/memutar pandangan, memperbesar/ memperjelas pandangan, dan sebagainya.

LO yang berupa multimedia interaktif dapat, selain memuat unsur-unsur interaksi juga dapat dilengkapi dengan unsur-unsur simulasi, permainan edukatif, AR maupun VR guna memperkaya pengalaman belajar. Sudah tentu pengembangan LO demikian memerlukan perancangan yang profesional dan keahlian khusus. Untungnya, sekarang sudah tersedia banyak software yang dapat digunakan untuk tujuan tersebut.

6. Soal-soal (Kuis, Soal Latihan, Tugas, Soal Ujian/Asesmen)

Objek pembelajaran yang berupa soal-soal dapat digunakan sebagai kuis, soal latihan, tugas, soal ujian/asesmen. Asesmen merupakan salah satu metode atau alat yang efektif dalam proses pembelajaran. Soal-soal tersebut dapat membantu pembelajar dalam mengasah kemampuan kognitifnya, memperdalam pemahaman materi, serta meningkatkan keterampilan dalam menjawab soal.

Kuis dan soal latihan dapat dijadikan sebagai alat untuk mengukur pemahaman pembelajar terhadap materi yang telah diajarkan. Dengan mengerjakan kuis dan soal latihan, pembelajar dapat mengevaluasi diri sendiri dan mengetahui sejauh mana pemahaman mereka terhadap materi.

Tugas dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih aktif dan meningkatkan keterampilan pembelajar dalam memecahkan masalah. Selain itu, tugas juga dapat membantu pembelajar untuk meningkatkan kemampuan kerja sama dan komunikasi dengan teman sekelas.

Soal ujian/asesmen dapat digunakan untuk menilai kemampuan pembelajar secara menyeluruh. Dengan mengerjakan soal ujian/asesmen, pembelajar dapat mengetahui sejauh mana pemahaman dan keterampilan mereka dalam suatu bidang yang sedang dipelajari.

Sudah tentu pembelajaran tidak hanya berfokus pada mengerjakan soal-soal semata, melainkan juga pada pengembangan keterampilan lain seperti keterampilan sosial, emosional, dan praktis. Oleh karena itu, penggunaan soal-soal sebagai objek pembelajaran perlu diimbangi dengan metode pembelajaran yang lebih variatif dan holistik.

Seperti sudah disebutkan, terdapat beberapa jenis soal yang biasa digunakan dalam pembelajaran.

1. Kuis: merupakan jenis soal yang biasanya digunakan untuk mengevaluasi pemahaman siswa terhadap suatu topik secara cepat dan ringan. Soal-soal kuis biasanya bersifat pilihan ganda atau isian singkat.
2. Soal Latihan: digunakan untuk melatih siswa dalam menguasai suatu konsep atau topik yang sedang dipelajari. Soal latihan dapat berupa pilihan ganda, isian singkat, atau jawaban singkat.
3. Tugas: biasanya diberikan kepada siswa untuk dikerjakan di luar jam pelajaran dan bertujuan untuk melatih kemampuan siswa dalam menerapkan konsep atau keterampilan yang telah dipelajari. Tugas bisa berupa penulisan esai, membuat presentasi, atau proyek-proyek lainnya.
4. Soal Ujian/Asesmen: digunakan untuk mengevaluasi pemahaman siswa terhadap suatu topik secara komprehensif. Soal ujian biasanya berbentuk pilihan ganda, isian singkat, atau esai.

Pemilihan jenis soal yang tepat dapat membantu guru dalam memfasilitasi pembelajaran siswa dengan lebih efektif. Selain itu, pemberian umpan balik (*feedback*) yang tepat pada setiap jenis soal juga penting untuk membantu pembelajar dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilannya.

Soal-soal dalam pembelajaran matematika memiliki banyak kegunaan, di antaranya seperti dijelaskan di bawah ini.

1. Meningkatkan pemahaman konsep: Soal-soal dapat membantu siswa dalam memahami konsep matematika yang sedang dipelajari dengan cara yang lebih mendalam. Melalui soal-soal, siswa dapat melatih kemampuan berpikir kritis, menganalisis, dan memecahkan masalah.
2. Meningkatkan keterampilan: Soal-soal juga membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan matematika, seperti keterampilan perhitungan, pemodelan, dan pemecahan masalah.
3. Mengevaluasi pemahaman dan kemampuan siswa: Soal-soal ujian atau asesmen dapat membantu guru dalam mengevaluasi pemahaman dan kemampuan siswa dalam suatu topik matematika secara komprehensif. Dengan mengetahui kekuatan dan kelemahan siswa, guru dapat memberikan umpan balik yang tepat dan merancang strategi pembelajaran yang sesuai untuk meningkatkan hasil belajar siswa.
4. Membuat pembelajaran lebih interaktif: Soal-soal kuis atau tugas dapat membuat pembelajaran matematika lebih interaktif dan menyenangkan. Dengan memberikan soal-soal yang menantang dan menarik, siswa dapat merasa lebih terlibat dan termotivasi dalam belajar.
5. Mengukur prestasi belajar siswa: Soal-soal dapat digunakan untuk mengukur prestasi belajar siswa dalam suatu topik matematika dan membandingkannya dengan standar yang telah ditetapkan. Hal ini dapat membantu guru dalam menentukan keberhasilan pembelajaran dan merancang strategi yang sesuai untuk meningkatkan prestasi belajar siswa.

C. Bagaimana Mengembangkan Konten Digital?

Pembelajaran berbasis Web (*e-learning*) sudah semakin banyak dilakukan di masa sekarang. Setiap pengembang dan penyelenggara pembelajaran *e-learning* harus menyediakan LO yang memadai dan mencukupi. Pengembangan LO harus memperhatikan berbagai faktor, termasuk faktor mahasiswa. Mahasiswa memiliki latar belakang dan pengetahuan yang beragam. LO dapat menjadi pendukung kegiatan belajar dan perbaikan belajar (*remidi*), dan menawarkan berbagai jenis media untuk menyesuaikan gaya dan kecepatan belajar mereka. LO menambah fleksibilitas pada pengalaman belajar mengajar. Dosen menggunakan LO pada saat mengajarkan konsep dasar, menerapkan konsep dalam aplikasi "dunia nyata", memeriksa dan menguji penguasaan, memberikan simulasi, atau memberikan remedi.

Penggunaan LO untuk mendukung proses pembelajaran berbasis *e-learning* dapat dilakukan dengan tiga pendekatan, yakni:

- 1) memanfaatkan LO yang sudah tersedia di berbagai repositori, langsung digunakan setelah melalui proses pemilihan dan evaluasi;
- 2) memodifikasi LO (khususnya LO yang bersifat gratis dan terbuka) yang dipilih dan diambil dari repositori, untuk disesuaikan dengan lingkungan dan konteks pembelajaran kita;
- 3) mengembangkan sendiri LO yang akan digunakan sesuai dengan tujuan, lingkungan, dan konteks pembelajaran yang akan kita laksanakan.

1. Model Penelitian Pengembangan ADDIE

Setiap proses pembelajaran, baik luring (tatap muka), daring (*e-learning*), maupun gabungan (*hybrid/blended*) harus diawali dan didasarkan pada rancangan pembelajaran dan pembuatan LO secara sistematis. Rancangan pembelajaran di perguruan tinggi di Indonesia dikenal dengan nama RPS (rancangan pembelajaran semester). Sesuai dengan Permendikbud nomor 49 tahun 2014 tentang SN DIKTI, di antara aspek-aspek yang harus tercantum di dalam RPS adalah:

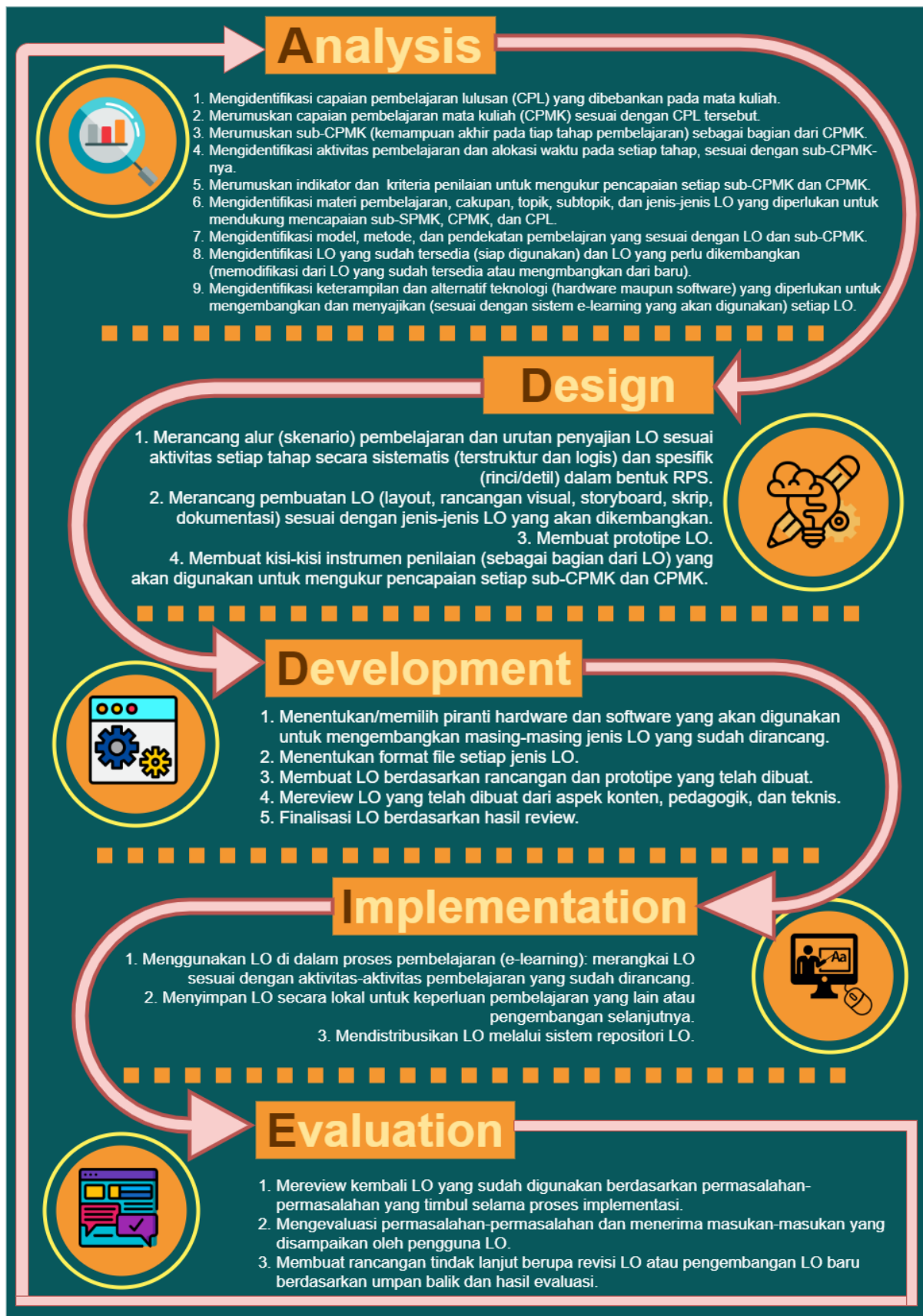
- a. capaian pembelajaran lulusan (CPL) yang dibebankan pada mata kuliah; c
- b. kemampuan akhir yang direncanakan pada tiap tahap pembelajaran (CPMK) untuk memenuhi capaian pembelajaran lulusan;
- c. bahan kajian yang terkait dengan kemampuan yang akan dicapai;
- d. metode pembelajaran;
- e. waktu yang disediakan untuk mencapai kemampuan pada tiap tahap pembelajaran;
- f. pengalaman belajar mahasiswa yang diwujudkan dalam deskripsi tugas yang harus dikerjakan oleh mahasiswa selama satu semester; dan
- g. kriteria, indikator, dan bobot penilaian.

Berdasarkan butir c dan g tersebut, setiap dosen atau pelaksana pembelajaran wajib menyiapkan bahan ajar dan instrumen penilaian untuk mengukur pencapaian kompetensi. Pengembangan LO ini dapat dilakukan dengan model tertentu, misalnya ADDIE (*analysis, design, development, implementation, evaluation*). Secara garis besar, pengembangan LO dengan menggunakan model ADDIE diuraikan pada **Gambar 1**.

2. Analisis Instruksional (CPL dan CPMK)

Analisis instruksional di sini dimaksudkan sebagai suatu proses sistematis untuk mengidentifikasi capaian pembelajaran lulusan (CPL) di dalam suatu kurikulum yang dibebankan pada suatu mata kuliah, kemudian merumuskan capaian pembelajaran mata kuliah dan tujuan atau kompetensi yang harus dicapai mahasiswa pada setiap tatanan pembelajaran. Proses ini didasarkan pada prinsip-prinsip belajar dan pembelajaran. Tujuan analisis instruksional terkait dengan proses pengembangan LO adalah:

- a. merumuskan capaian (tujuan atau kompetensi) pembelajaran mata kuliah (CPMK) sebagai pendukung pencapaian CPL yang dibebankan pada mata kuliah;
- b. merumuskan sub-CPMK (kemampuan akhir pada tiap tahap pembelajaran) sebagai bagian dari CPMK;
- c. mengidentifikasi aktivitas pembelajaran dan alokasi waktu pada setiap tahap, sesuai dengan sub-CPMK-nya;
- d. merumuskan indikator dan kriteria penilaian untuk mengukur pencapaian setiap sub-CPMK dan CPMK;
- e. mengidentifikasi materi pembelajaran, cakupan, topik, subtopik, dan jenis-jenis LO yang diperlukan untuk mendukung pencapaian sub-SPMK, CPMK, dan CPL;
- f. mengidentifikasi model, metode, dan pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan LO dan sub-CPMK;
- g. mengidentifikasi LO yang sudah tersedia (siap digunakan) dan LO yang perlu dikembangkan (memodifikasi dari LO yang sudah tersedia atau mengembangkan dari baru); dan
- h. mengidentifikasi keterampilan dan alternatif teknologi (hardware maupun software) yang diperlukan untuk mengembangkan dan menyajikan (sesuai dengan sistem e-learning yang akan digunakan) setiap LO.



Gambar 1. Model ADDIE untuk Pengembangan Objek Pembelajaran (LO)

3. Merancang Pembelajaran

Berdasarkan sub-sub CPMK yang telah dirumuskan, aktivitas-aktivitas belajar yang telah ditetapkan disusun dalam bentuk tahap/sesi atau “pertemuan” dengan urutan yang terstruktur, logis, dan hirarkhis. Hasil belajar sesi sebelumnya mendukung pencapaian hasil belajar berikutnya, topik/subtopik dan bahan ajar yang dipelajari sebelumnya memfasilitasi proses belajar topik-topik selanjutnya. Strategi, model, dan/atau metode pembelajaran yang digunakan sesuai dengan karakteristik mahasiswa dan LO yang dipelajari. Instrumen penilaian yang digunakan dapat mengukur pencapaian hasil belajar setiap tahap maupun hasil belajar keseluruhan. Skenario pembelajaran ini dituangkan dalam bentuk rancangan pembelajaran semester (RPS) dengan komponen sesuai dengan SNIKT1.

4. Menggunakan/Memilih Objek Pembelajaran Pendukung Aktivitas Belajar Mahasiswa

Seperti sudah disebutkan di atas, bahwa salah satu pendekatan di dalam memenuhi kebutuhan LO untuk mendukung proses pembelajaran adalah dengan memanfaatkan LO yang sudah tersedia. Dengan berkembangnya *e-learning* di seluruh dunia, dewasa ini sudah tersedia berbagai repositori LO, baik yang komersial maupun gratis (bahkan dengan sumber terbuka). Ketersediaan LO yang berkualitas bagus secara gratis di Internet yang dikembangkan oleh beberapa ahli namun digunakan oleh banyak pihak, merupakan penghematan waktu dan biaya pengembangan dan pemanfaatan sumber belajar yang mahal. Meskipun demikian, perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut di dalam memanfaatkan LO dari Internet.

- a. Jangan asal mengambil LO dari Internet tanpa menilai kualitas dan kesesuaian LO tersebut dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai
- b. Jika menggunakan LO dari Internet harus dipastikan mendapat izin pemilik hak cipta
- c. Gunakan LO dari Internet yang sudah dinyatakan bebas dan boleh digunakan
- d. Jika menggunakan LO dari Internet harus mencantumkan sumbernya

Vargo mengelompokkan repositori LO menjadi empat kategori, yakni:

- a. Repositori komersial (misalnya penerbit) yang menyediakan sumber LO bagi pelanggan para pengajar dan pengembang kursus/kuliah,
- b. Repositori perusahaan yang dikelola oleh penyedia *e-learning* komersial yang melayani kursus-kursus atau pelatihan-pelatihan kepada perusahaan tersebut,
- c. Repositori perusahaan besar dan organisasi militer yang memberikan kursus dan pelatihan internal bagi para personal perusahaan dan anggota organisasi,
- d. Repositori terbuka (gratis) yang disediakan oleh konsorsium lembaga-lembaga pendidikan.

Di antara repositori yang menyediakan sumber-sumber LO gratis dan terbuka adalah:

- 9) **OpenStax** (<https://openstax.org/>) **CNX** (cnx.org): kumpulan LO gratis hasil kreasi komunitas, tersedia sampai Januari 2022, sesudahnya akan dapat diakses melalui arsip Internet (<http://www.archive.org/>).
- 10) **MERLOT** (<https://www.merlot.org/>): suatu sistem penyedia akses ke pembelajaran online yang dikurasi dan materi pendukung serta alat pembuatan konten, yang dipelopori oleh komunitas pendidik, pelajar, dan peneliti internasional.
- 11) **Wisconsin Online Learning Object Project** (<http://www.wisc-online.com/>): repositori gratis berkualitas tinggi untuk pelajar dan pendidik;
- 12) **MIT Open Courseware (OCW)** (<https://ocw.mit.edu/index.htm>): sumber pembelajaran gratis dan terbuka dari MIT untuk para dosen, mahasiswa, dan pembelajar mandiri di seluruh dunia;

13) Open Educational Resources (OER) Commons (<https://www.oercommons.org/>): perpustakaan digital sumber-sumber pembelajaran terbuka.

5. Prinsip-prinsip Pengembangan Objek Pembelajaran

Pengembangan LO yang berkualitas sudah tentu merupakan suatu proses berkesinambungan yang memerlukan sumber daya yang mahal dan waktu yang tidak singkat. Secara garis besar, model pengembangan LO sudah dijelaskan pada **Gambar 1**. Berikut ini adalah di antara prinsip-prinsip yang perlu diperhatikan di dalam pengembangan LO.

- a. Tujuan penggunaan LO di dalam suatu pembelajaran berbasis e-learning adalah untuk meminimumkan waktu dan menghemat biaya pengembangan kursus (kuliah) online.
- b. LO, yang dapat berbentuk dokumen, gambar, simulasi, video/film/animasi, audio, dan lain-lain, harus dikembangkan dan dikelola secara terstruktur dan bermakna, saling terkait satu sama lain, dirangkai dengan urutan yang logis yang mengarahkan pembelajarannya untuk mencapai tujuan belajar yang jelas dan terukur.
- c. LO harus dikembangkan secara granular, modular, dapat digunakan secara mandiri maupun diintegrasikan ke dalam program e-learning.
- d. Muatan suatu LO berbasis topik, tugas ringan, atau bahkan subtopik, yang dapat dipelajari atau dikerjakan dalam waktu singkat (sebagai bagian dari suatu kegiatan belajar), tidak menimbulkan beban kognisi yang terlalu berat, mudah diingat dan dipahami, disajikan secara singkat dan jelas.
- e. Setiap LO harus bersifat independen, meskipun dapat dengan mudah dikaitkan dengan unsur-unsur atau LO lain. Misalnya LO yang menawarkan tingkat tantangan yang bervariasi.
- f. Setiap LO memiliki tujuan pembelajaran tersendiri, meskipun dapat dikombinasikan dengan LO lain untuk mendukung pencapaian tujuan pembelajaran yang laebih luas, seperti tujuan suatu mata kuliah atau mata pelatihan.
- g. Pengembangan LO sebaiknya dilakukan oleh sebuah tim yang melibatkan ahli konten, pengajar, perancang pembelajaran, ahli IT, reviewer dan editor. Apabila pengembangan LO dilakukan oleh suatu organisasi atau lembaga khusus pengembangan LO, tentu anggota tim pengembang dapat terdiri atas orang-orang dengan keahlian khusus tersebut. Dalam hal tim pengembang LO adalah dosen di suatu perguruan tinggi, biasanya beberapa peran dirangkap oleh seorang dosen.
 - 1) Dosen (sebagai ahli materi) mengidentifikasi topik yang sulit dipahami oleh mahasiswa atau topik yang sulit untuk disampaikan dalam pembelajaran, kemudian membuat garis besar konten dan skrip;
 - 2) Dosen (sebagai perancang pembelajaran) menentukan jenis-jenis LO yang perlu dikembangkan untuk mendukung pembelajaran topik tersebut;
 - 3) Ahli IT (Pengembang teknis) membuat dan merevisi LO berdasarkan rancangan dan hasil evaluasi (review);
 - 4) Reviewer dan editor (sebagai ahli media) mengevaluasi LO dari aspek teknis;
 - 5) Dosen (sebagai ahli materi) mereview dari aspek konten dan pedagogis dan menyetujui LO untuk siap digunakan.
- h. LO yang dikembangkan harus memuat komponen-komponen, seperti:
 - 1) Judul (dan/atau Subjudul) yang dapat menarik perhatian pembelajar, memberikan informasi isi/materi pelajaran serta aktivitas pembelajarannya;
 - 2) Cakupan tujuan pembelajaran yang dapat menginformasikan kepada pembelajar kompetensi yang akan diperoleh dengan mempelajari isi LO tersebut;
 - 3) Cakupan aktivitas belajar yang menginformasikan aktivitas belajar yang akan dilakukan pembelajar serta waktu yang diperlukan untuk mempelajari isi LO tersebut;

- 4) Isi (materi) pembelajaran yang disajikan dalam satu atau kombinasi beberapa bentuk (teks, audio, visual);
 - 5) Metadata yang diperlukan untuk keperluan manajemen penyimpanan (repositori), distribusi (pencarian, penelusuran), akses, dan pemakaian ulang.
- i. Di dalam merancang dan mengembangkan LO perlu dipertimbangkan aspek-aspek sebagai berikut.
- 1) LO harus berukuran kecil, dan berisi informasi yang penting dan bermakna, agar mudah dipakai berulang kali dan dimanfaatkan pada berbagai aktivitas pembelajaran, dan memudahkan pembelajar mencerna informasi yang disajikan dan fokus pada tujuan pembelajaran yang dimaksud.
 - 2) Sebaiknya setiap LO bebas sama sekali dari konteks, memisahkan informasi yang disajikan dari konteks yang memerlukannya – untuk keperluan pemakaian ulang, atau LO yang sama dibuat dalam beberapa versi – masing-masing dengan konteks khusus (spesifik) sesuai dengan kebutuhan pembelajar yang berbeda, misalnya.
 - 3) LO dengan tujuan pembelajaran yang lebih rendah (misalnya mengingat dan memahami) dijadikan prasyarat untuk mempelajari LO dengan tujuan pembelajaran yang lebih tinggi (misalnya menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta).
 - 4) Gunakan variasi LO dengan menyediakan beberapa contoh, penyajian atau bentuk LO yang berbeda untuk mendukung tujuan pembelajaran yang sama.
- j. Prinsip Pembuatan Ilustrasi untuk *e-learning*
- 1) Ilustrasi harus sesuai dengan keseluruhan gaya dan estetika yang digunakan di dalam sistem e-learning
 - 2) Gambar harus memiliki cerita, bukan sekedar dekorasi atau hiasan
 - 3) Gunakan ilustrasi yang jelas dan jernih, bebas dari unsur-unsur yang tidak terkait dengan ceritanya
 - 4) Ukuran gambar harus sesuai (baik ukuran file maupun resolusinya).
 - 5) Format gambar harus yang mudah ditampilkan, misalnya menggunakan format yang sudah umum seperti PNG, GIF, JPG.
 - 6) Format gambar berbasis vektor sangat fleksibel, dalam arti tingkat kejelasan tidak tergantung pada ukuran gambar, namun terkadang kompatibilitasnya kurang.
 - 7) Setiap gambar harus dilengkapi judul yang deskriptif.
- k. Prinsip Pembuatan Audio Pembelajaran
- 1) Penggunaan audio yang tepat dapat menghidupkan konten di layar, menambahkan dimensi lain pada informasi yang diterima secara visual.
 - 2) Audio dari suara kehidupan nyata dapat membuat pembelajaran lebih otentik.
 - 3) Efek suara yang baik juga dapat memiliki dampak yang sama positifnya dalam konteks yang tepat.
 - 4) Atur nada dengan benar, karena jenis dan nada suara dapat memengaruhi pesan secara dramatis, sesuai budaya dan kontekstual audiens.
 - 5) Gunakan audio sebagai pelengkap untuk meningkatkan tingkat retensi, bukan sekedar mengulang apa yang ditampilkan di layar. Rumusnya, **Audio + Visual = Persuasi**.
 - 6) Hindari penggunaan audio/suara yang membaca teks (*text to speech*) yang tertulis di layar.
 - 7) Penggunaan audio harus sinkron dengan teks dan visual pendukung LO.
 - 8) Gunakan audio dengan suara alami, tidak dibuat-buat, baik dari sisi suara orang dengan umur yang sesuai, intonasi, maupun kecepatan berbicara.
 - 9) Gunakan audio pendek, pilih format file audio dengan ukuran file tidak terlalu besar namun tetap berkualitas, karena kemunculan audio pendek lebih disukai daripada audio durasi panjang, karena perhatian cenderung akan mengabur semakain lama.

- 10) Lengkapi tombol kontrol untuk mengatur pemutaran audio untuk **Play, Stop, Pause, dan Rewind**.
 - 11) Penggunaan audio harus seimbang dengan konteks dan audiens.
 - 12) Audio yang digunakan berkualitas tinggi, bebas *noise*.
 - 13) Gunakan suara orang nyata yang memahami konten dan menjelaskan materi, bukan sekedar pembaca teks, sekalipun teksnya bukan yang tertulis di layar.
 - 14) Jika memungkinkan, gunakan pengisi suara yang suaranya enak didengar.
 - 15) Gunakan suara orang dengan logat/aksen dan dialek yang tidak asing bagi pendengar LO.
 - 16) Pertimbangkan penggunaan suara musik atau efek suara yang dapat meningkatkan pembelajaran, misalnya membuat nyaman belajar, meningkatkan gairah dan konsentrasi belajar.
- I. Prinsip Pembuatan Video Pembelajaran
- 1) Pembuatan video pembelajaran profesional harus diawali dengan menuliskan skrip (skenario) videonya terlebih dahulu secara baik, membuat garis besar isi, membuat *storyboard*, merumuskan tujuan pembelajaran, menentukan bagian-bagian mana yang perlu diisi dengan video nyata, narasi/pengisi suara, audio, teks, grafik/visual, animasi, dan penjadwalannya sesuai tahap-tahap dalam proses pengembangan ADDIE.
 - 2) Penggunaan video pembelajaran akan efektif apabila mempertimbangkan tiga aspek: mengelola *cognitive load* (beban belajar otak), dapat merangsang minat belajar, dan dapat mendorong belajar aktif (Brame, 2016).
 - 3) LO video pembelajaran harus singkat/ringkas (5 – 10 menit atau kurang), sederhana dan sesuai dengan tujuan pembelajaran, seimbang antara tampilan teks dan visual, tidak terlalu banyak menampilkan teks di dalam video, memungkinkan mahasiswa untuk menjeda video (memberikan kesempatan mahasiswa memproses informasi).
 - 4) Pemenggalan (segmentasi) video dapat berbasis topik atau tema yang sesuai dengan tujuan pembelajaran.
 - 5) Komponen audio dan visual harus saling melengkapi (komplemen) dan memperkuat, bukan paralel (tumpang tindih), guna meningkatkan hasil pemrosesan informasi dan menghindari kelebihan beban kognisi pembelajar.
 - 6) Buang informasi-informasi yang tidak relevan di dalam video guna memaksimalkan kapasitas memori pembelajar untuk memproses dan mengingat informasi.
 - 7) Ide-ide dan konsep-konsep penting harus disajikan secara khusus yang mudah dilihat, didengar, dan diingat, misalnya menggunakan *caption* (teks atau grafik di layar yang ditampilkan secara khusus) guna mengarahkan perhatian mahasiswa dan menandai informasi yang perlu diproses.
 - 8) Penguatan minat dan motivasi dapat dilakukan dengan gaya percakapan, dialog, atau gaya-gaya antusias melalui penggunaan pengisi suara pada video.
 - 9) Video pembelajaran dijadikan sebagai komponen terpadu belajar aktif dengan menggunakan pertanyaan-pertanyaan bantuan, unsur-unsur interaktif, atau tugas-tugas yang terkait dengan video tersebut.
 - 10) Sekarang sudah tersedia teknologi HTML5 yang memungkinkan pembuatan video interaktif untuk meningkatkan/memperkaya minat, aktivitas, dan pengalaman belajar mahasiswa, seperti menjawab kuis, .
 - 11) Fomat pengemasan video pembelajaran, khususnya untuk video presentasi, sangat bervariasi, di antaranya:
 - a) Video animasi yang mengkombinasikan animasi visual (infografis) dan teks, untuk menciptakan berbagai pengalaman belajar;
 - b) Video cerita atau narasi yang menampilkan orang atau gambar orang yang terlihat seperti sedang berdialog;

- c) Video presentasi yang menampilkan orang (dosen, presenter, narasumber, pakar) menjelaskan topik tertentu, misalnya dalam bentuk wawancara;
 - d) Video presentasi yang menampilkan orang atau gambar orang sedang menyajikan suatu cerita (*storytelling*) atau penjelasan tentang konsep tertentu;
 - e) Video presentasi yang dilengkapi dengan animasi teks dengan efek suara (misalnya untuk memberikan penekanan pada bagian-bagian atau informasi yang penting) serta suara narator (pengisi suara) yang tidak ditampilkan gambar orangnya;
 - f) Video presentasi yang mengkombinasikan teks bergerak/berganti dengan latar belakang video terkait;
 - g) Video presentasi yang menyajikan animasi papan tulis dengan tulisan gambar dan dilengkapi audio yang sesuai;
 - h) Video presentasi seorang dosen yang menjelaskan topik tertentu dengan menampilkan demonstrasi atau simulasi langsung atau yang sudah direkam sebelumnya;
 - i) Video interaktif yang menggabungkan beberapa interaksi pembelajaran.
- 12) Pemilihan format video tersebut harus disesuaikan dengan target audien, tujuan pembelajaran, dan tingkat kesulitan/kerumitan materi pembelajaran.
 - 13) Tambahkan unsur-unsur hiburan ke dalam video pembelajaran dengan, misalnya menampilkan humor, menampilkan sesuatu yang dapat mengejutkan penonton video – namun jangan sampai unsur hiburan ini mengalihkan tujuan pembelajaran.
 - 14) Video pembelajaran harus dibuat dengan kualitas tinggi, baik kualitas gambar (visual), kualitas audio (baik narasi maupun audio musik/efek suara), proses editing, termasuk penggunaan *caption*, dan semua unsur-unsur di dalam video harus mencerminkan proses pembuatan video secara profesional.
 - 15) Lengkapi video pembelajaran dengan materi belajar tambahan, seperti video demonstrasi, simulasi, contoh aplikasi teori dan kehidupan nyata, dan sebagainya, selain unsur-unsur interaktif yang disebutkan di atas.
 - 16) Penggabungan berbagai unsur pendukung di dalam setiap video pembelajaran harus tetap memperhatikan bahwa fungsi utama video adalah untuk “menunjukkan” atau “memperlihatkan”, yakni berisi tentang “bagaimana”, bukan sekedar untuk memberi tahu atau menyampaikan informasi.
- m. Prinsip Pembuatan Multimedia Interaktif
- 1) Klarifikasi tujuan: Multimedia interaktif harus dibuat dengan tujuan yang jelas dan spesifik. Sebelum memulai proyek, pastikan Anda memahami tujuan pembuatan/penggunaan multimedia interaktif Anda.
 - 2) Menargetkan audiens: Setiap multimedia interaktif harus dibuat dengan audiens tertentu yang menjadi target. Pertimbangkan siapa yang akan menggunakan multimedia interaktif Anda dan sesuaikan desain dan isi konten dengan audiens tersebut.
 - 3) Interaktif: Sesuai namanya, multimedia interaktif sebaiknya dilengkapi dengan elemen interaktif yang memungkinkan pengguna untuk berpartisipasi dan terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran.
 - 4) Menjaga konsistensi: Konsistensi adalah kunci untuk membuat multimedia interaktif yang efektif. Pastikan bahwa desain dan isi konten multimedia interaktif Anda konsisten dalam gaya dan pesan yang ingin disampaikan. Pastikan tampilan dan navigasi pada setiap halaman multimedia konsisten. Hal ini akan membantu pengguna untuk lebih mudah mengenali dan mengakses fitur dan konten yang ada pada multimedia tersebut.
 - 5) Desain yang mudah digunakan, kesederhanaan: Multimedia interaktif harus dirancang dengan cara yang mudah digunakan oleh pengguna. Pertimbangkan pengalaman pengguna dan desain tata letak yang intuitif dan mudah diikuti. Hindari tampilan yang terlalu rumit atau berlebihan,

sehingga pengguna tidak merasa kebingungan dan dapat fokus pada materi yang dipresentasikan.

- 6) Menggunakan media audio visual yang tepat: Media yang digunakan dalam multimedia interaktif harus dipilih dengan hati-hati untuk memastikan bahwa pesan disampaikan dengan efektif. Pertimbangkan penggunaan gambar, video, audio, dan animasi, serta jenis media lainnya yang relevan dengan tujuan proyek. Audio dan visual yang digunakan pada multimedia interaktif sebaiknya menarik, jelas dan berkualitas baik agar pengguna dapat memperoleh informasi dengan lebih mudah dan menyenangkan.
- 7) Memperhitungkan aksesibilitas: Multimedia interaktif harus dirancang agar dapat diakses oleh semua orang, termasuk mereka yang memiliki keterbatasan fisik atau sensorik. Pertimbangkan aksesibilitas dalam desain konten, tata letak, dan navigasi. Pastikan multimedia interaktif dapat diakses dengan mudah dan kompatibel dengan berbagai jenis perangkat dan platform.
- 8) Tes dan evaluasi: Setelah multimedia interaktif selesai dibuat, pastikan untuk menguji dan mengevaluasi desain dan isi konten untuk memastikan bahwa proyek mencapai tujuan dan sasaran yang ditetapkan. Koreksi dan perbaikan juga dapat dilakukan setelah evaluasi dilakukan. Multimedia interaktif sebaiknya dilengkapi dengan evaluasi yang memungkinkan pengguna untuk menilai pemahaman mereka terhadap materi yang disajikan.
- 9) Pengembangan berkelanjutan: Pembuatan multimedia interaktif harus diiringi dengan pengembangan dan perbaikan terus-menerus agar dapat selalu memberikan pengalaman belajar yang terbaik bagi pengguna.

n. Prinsip-prinsip Mengembangkan Instrumen Penilaian

Berikut adalah beberapa prinsip yang dapat digunakan dalam mengembangkan soal-soal (kuis, soal latihan, tugas, soal ujian) yang efektif dan relevan dalam pembelajaran matematika.

- 1) Menyesuaikan dengan Tujuan Pembelajaran: Soal-soal yang dikembangkan harus selalu menyesuaikan dengan tujuan dan sasaran pembelajaran yang ingin dicapai. Dengan menyesuaikan soal dengan tujuan pembelajaran, guru dapat memastikan bahwa soal-soal yang dibuat akan mencakup materi dan konsep yang telah dipelajari dalam kelas.
- 2) Menentukan Tingkat Kesulitan: Soal-soal yang dikembangkan harus menyesuaikan dengan tingkat kesulitan siswa. Soal yang terlalu mudah atau terlalu sulit dapat mengurangi efektivitas pembelajaran. Oleh karena itu, penting untuk menyesuaikan tingkat kesulitan soal dengan kemampuan dan tingkat pemahaman siswa.
- 3) Menggunakan Format yang Bervariasi: Guru harus menggunakan berbagai format soal seperti pilihan ganda, isian singkat, jawaban singkat, esai, atau soal terbuka untuk menghindari kebosanan siswa dan menstimulasi kreativitas dan pemikiran kritis siswa.
- 4) Memperhatikan Konteks: Soal-soal yang dikembangkan harus relevan dengan konteks kehidupan nyata siswa atau situasi yang dekat dengan siswa. Soal yang terkait dengan situasi dunia nyata dapat membantu siswa untuk memahami materi secara lebih baik dan menerapkan konsep yang telah dipelajari.
- 5) Membuat Soal yang Tepat Waktu: Soal-soal yang dikembangkan harus memperhatikan waktu yang tersedia untuk menjawab soal. Soal yang terlalu panjang atau terlalu banyak akan mengakibatkan siswa kehilangan fokus dan menimbulkan kelelahan yang tidak perlu.
- 6) Menyediakan Umpan Balik: Setiap jenis soal yang diberikan harus disertai dengan umpan balik yang jelas dan tepat. Umpan balik dapat membantu siswa memperbaiki kesalahan mereka dan meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi.

6. Software dan Tool untuk Mengembangkan Objek Pembelajaran

Dewasa ini sudah tersedia banyak pilihan software dan tool, baik yang komersial maupun gratis atau kode terbuka, untuk pengembangan bahan ajar digital. Berikut ini disajikan daftar terbatas software gratis (dan/atau kode terbuka) yang dapat digunakan untuk mengembangkan LO yang berbentuk dokumen (teks), visual, audio, video, dan multimedia interaktif. Daftar ini diklasifikasi menurut jenis LO yang akan dikembangkan. Pengembang LO dapat melihat dan mengevaluasi masing-masing pilihan sebelum menggunakannya disesuaikan dengan jenis LO yang akan dikembangkan dan tingkat kemahiran sumber daya yang ada.

a. Software Pengembangan Dokumen Teks

- 1) **Libre Office** (<https://www.libreoffice.org/>): kelompok software perkantoran gratis dan handal, sebagai penerus **OpenOffice**, dapat menghasilkan dokumen yang kompatibel dengan file-file doc, .docx, .xls, .xlsx, .ppt, .pptx dari Microsoft Office.
- 2) **WPS Office Free** (<https://pc.wps.com/>): kelompok software perkantoran gratis dengan dukungan *Cloud*, dan konvergi dokumen ke PDF.
- 3) **FreeOffice** (<https://www.freeoffice.com/en/>): kelompok software perkantoran gratis yang kompatibel dengan Microsoft Office, disediakan juga editor PDF gratis.
- 4) **LaTeX** (<https://www.latex-project.org/>, <https://tug.org/>, <https://ctan.org/>): sistem pengolahan dokumen gratis untuk menghasilkan berbagai dokumen teknis dan ilmiah berkualitas tinggi, tersedia dalam berbagai pilihan distribusi untuk semua sistem operasi, seperti:
 - a) **TeX Live** (distribusi LaTeX untuk sebagian besar pengguna LaTeX, mendukung sistem Unix, MacOSX, dan Windows);
 - b) **MacTeX** (TeX Live dengan tambahan dan instalasi mudah untuk MacOSX);
 - c) **MiKTeX** (distribusi independen untuk Windows dilengkapi manajemen paket yang fleksibel);
 - d) **proTeXt** (**MiKTeX** dengan tambahan dan panduan instalasi menyeluruh untuk Windows);
 - e) **Knoppix** (sistem GNU/Linux berupa CD bootable, tanpa instalasi, yang menyertakan TeX).

LaTeX juga didukung dengan berbagai editor dan IDE gratis untuk pemrosesan dokumen tanpa melalui baris perintah, seperti:

- a) **LyX** (<https://www.lyx.org/>): editor LaTeX yang bersifat **WYSIWYM** (*what you see is what you mean*)
- b) **Atom** (<https://atom.io/>): editor gratis untuk semua sistem dengan *plugin LaTeXTools*;
- c) **LaTeX Editor (LEd)** for Windows (<http://www.latexeditor.org/>);
- d) **SciTe** (<http://www.scintilla.org/SciTE.html>) untuk Windows dan X
- e) **Texmaker** (<http://www.xm1math.net/texmaker/>);
- f) **TeXStudio** (<http://texstudio.org/>);
- g) **TeXnicCenter** untuk Windows (<http://www.texniccenter.org/>), suatu IDE untuk LaTeX;
- h) **TeXShop** (<https://pages.uoregon.edu/koch/texshop/>), antarmuka TeX gratis untuk MacOSX;
- i) **TeXworks** (<https://tug.org/texworks/>): suatu IDE untuk LaTeX mirip TeXShop.

LaTeX didukung oleh ribuan paket untuk menghasilkan semua jenis dokumen yang diperlukan dalam dunia ilmiah, pendidikan, bisnis, termasuk untuk menghasilkan aneka format tampilan teks, serta untuk menghasilkan berbagai macam grafik dan diagram, bahkan dokumen dinamis yang dilengkapi dengan perhitungan matematis secara otomatis.

Tersedia juga layanan editor dan pemrosesan dokumen LaTeX berbasis *online* (tanpa harus menginstal LaTeX di komputer) seperti **Overleaf** (<https://www.overleaf.com/>), **CoCalc** (<https://cocalc.com/features/latex-editor>), **Papeeria** (<https://papeeria.com/>), **LaTeX Base** (<https://latexbase.com/>), **Verbosus** (<https://www.verbosus.com/>), dan **Authorea** (<https://www.authorea.com/>).

- 5) **VS Code** (<https://code.visualstudio.com/>): editor program gratis dari Microsoft yang memiliki banyak program tambahan (*plugin*) untuk mengedit dan memproses aneka format dokumen, seperti HTML, Markdown, LaTeX, dan sebagainya. VS Code adalah pesaing editor Atom, namun menurut berbagai review di Internet VS Code lebih direkomendasikan daripada Atom.
- 6) **R Studio** (<https://www.rstudio.com/>) versi Open Source (kode terbuka): suatu lingkungan pengembangan terpadu (IDE) untuk bahasa R dengan antarmuka editor teks berbasis Markdown yang dapat mengintegrasikan komputasi matematis dan statistika di dalam dokumen, sering dikenal dengan dokumen yang dapat didaur ulang (*reproducible*), dapat menghasilkan dokumen HTML, PDF, bahkan DOCX, maupun format-format dokumen lain.
- 7) **Euler Math Toolbox atau EMT** (<http://euler.rene-grothmann.de/>): suatu aplikasi matematika gratis yang menggunakan antarmuka berbasis *notebook*, yakni menggabungkan teks dengan perintah-perintah untuk komputasi matematika numerik dan simbolik, dapat menghasilkan dokumen HTML, PDF, maupun format lain, hanya tersedia untuk Windows, namun dapat dijalankan di Linux dengan emulator Windows seperti Wine.
- 8) **Editor Markdown**. Markdown adalah format dokumen modern terkini yang paling sederhana untuk menghasilkan dokumen HTML, namun juga dapat diubah ke format-format dokumen umum lainnya, seperti PDF dan DOCX., sudah banyak diimplementasikan dalam berbagai software editor, seperti VS Code, R Studio, Atom, dan lain-lain, juga terdapat editor khusus Markdown, baik yang *offline* maupun *online*.
- 9) **Jupyter Notebook** (<https://jupyter.org/>): editor notebook berbasis Web yang menggabungkan editor teks berbasis Markdown dan komputasi matematika untuk berbagai bahasa pemrograman (Python, R, Julia, Scala, dan lain-lain), fungsinya analog dengan R Studio, namun dengan lebih banyak (sekitar 40) dukungan bahasa pemrograman dan berbasis Web.
- 10) **GeoGebra** (<https://www.geogebra.org/>): merupakan program aplikasi matematika gratis kode terbuka untuk menghasilkan media pembelajaran interaktif, termasuk menghasilkan dokumen HTML interaktif. GeoGebra juga dapat diintegrasikan dengan beberapa sistem *e-learning* (LMS) seperti Moodle.

b. Software Untuk Pembuatan LO Visual

- 1) **GIMP (GNU Image Manipulation Program)**, (<https://www.gimp.org/>): editor citra untuk semua *platform*, yang merupakan *tool* canggih bagi para perancang grafis, fotografer, ilustrator, dan ilmuwan, dilengkapi dengan program-program tambahan (*plugin*) untuk mendukung produktivitas.
- 2) **Canva Free** (<https://www.canva.com/>): editor foto gratis berbasis Web dengan dukungan ribuan *template*, aneka pilihan grafik/gambar untuk memperkaya rancangan, dan penyimpanan *cloud*.
- 3) **Paint.Net Free** (<https://www.getpaint.net/>): software editor foto dan citra untuk MS Windows dengan antarmuka inovatif dan intuitif, mendukung *layer*, pembatalan perintah tak terbatas, efek khusus, dilengkapi dengan berbagai *tool* yang mendukung kreativitas dan produktivitas.
- 4) **Krita** (<https://krita.org/en/>): program profesional gratis kode terbuka untuk menggambar, menghasilkan karya seni, ilustrasi, komik, animasi 2D, dengan format gambar berbasis vektor.
- 5) **Inkscape** (<https://inkscape.org/>): editor grafik vektor gratis kode terbuka multiplatform untuk menghasilkan citra vektor yang memenuhi standar XML, SVG, dan CSS.

- 6) **Diagram.net**, aka **Draw.io** (<https://www.diagrams.net/>): software gratis kode terbuka multiplatform berbasis HTML5 dan JavaScript untuk menggambar aneka grafik/diagram, termasuk infografis.
- 7) **LaTeXDraw** (<http://latexdraw.sourceforge.net/>): software gratis untuk menggambar grafik vektor untuk digabungkan dengan dokumen LaTeX atau langsung menghasilkan file PDF.
- 8) **ImageMagick** (<https://imagemagick.org/>): software gratis kode terbuka untuk membuat, mengedit, mengkombinasikan, atau mengubah citra digital dari dan menjadi berbagai format (lebih dari 200 macam format), termasuk PNG, JPEG, GIF, WebP, HEIC, SVG, PDF, DPX, EXR dan TIFF, mengubah ukuran, membalik, mencerminkan, memutar, mendistorsi, menggeser dan mengubah gambar, menyesuaikan warna gambar, menerapkan berbagai efek khusus, atau menggambar teks, garis, poligon, elips, dan kurva Bézier.
- 9) **Synfig Studio** (<https://www.synfig.org/>): perangkat lunak animasi 2D gratis kode terbuka multiplatform untuk para desainer kreatif.
- 10) **Dia** (<http://dia-installer.de/>): software gratis kode terbuka multiplatform untuk membuat, mengedit diagram struktur seperti sirkuit elektronik, diagram alur, UML, dan lain-lain, terintegrasi dengan banyak fitur canggih, yang dapat disimpan ke format SVG, XML, EPS, DXF, PNG, JPEG, dan sebagainya.
- 11) **PGF/TikZ** (): pasangan bahasa penerjemah untuk menggambar grafik vektor dari deskripsi aljabar/geometri, seperti titik, garis, panah, lintasan, lingkaran, elips, dan poligon, yang kodenya dapat digabungkan ke dalam dokumen LaTeX. Tersedia beberapa editor TikZ, seperti **TikzEdt** (<http://www.tikzedt.org/>) dan **TikZiT** (<https://tikzit.github.io/>) yang dapat menghasilkan perintah-perintah LaTeX untuk gambar yang dibuat.
- 12) **GeoGebra** (<https://www.geogebra.org/>): merupakan program aplikasi matematika gratis kode terbuka untuk menghasilkan media pembelajaran interaktif, termasuk menghasilkan berbagai macam gambar dan grafik yang dapat diekspor ke LaTeX juga.

c. Software Untuk Pengembangan LO Audio

- 1) **Free Audio Editor** (<https://free-audio-editor.com/>): software gratis di Windows dan Mac untuk merekam dan mengedit audio dan musik.
- 2) **Audacity** (<https://www.audacityteam.org/>): software gratis dan kode terbuka multiplatform yang mudah digunakan untuk merekam dan mengedit file audio.
- 3) **Music Editor Free** (<https://music-editor.net/>): program gratis (untuk penggunaan non-komersial) pada MS Windows untuk merekam dan mengedit audio, menambahkan efek audio, mendukung semua format audio kunci.

d. Software Untuk Pengembangan LO Video

- 1) **OpenShot Video Editor** (<https://www.openshot.org/>): program editor video multiplatform gratis yang sederhana, mudah digunakan, cepat dipelajari, dan handal.
- 2) **Free Video Editor** (<https://www.videosoftdev.com/free-video-editor>): program gratis pada MS Windows untuk membuat dan mengedit file video dengan kompleksitas apa pun yang melibatkan berbagai efek visual dan audio, menawarkan fungsionalitas yang kaya namun memiliki antarmuka yang sederhana dan intuitif, memungkinkan kreator membuat video dengan mudah, mendukung hampir semua codec dan format video populer, seperti AVI, MP4, MKV, MPG, WMV, 3GP, FLV, dan lainnya; file audio: MP3, WAV, WMA, FLAC, PCM, OGG, AAC, M4A, AMR, dan lainnya; serta file gambar: BMP, JPG, PNG, PSD, ICO, TIFF, dll.
- 3) **Shotcut** (<https://shotcut.org/>): editor video multiplatform gratis dan kode terbuka, mendukung format audio dan video terkini, mendukung format citra populer seperti BMP, GIF, JPEG, PNG, SVG, TIFF, WebP (sebagai rangkaian citra).

- 4) **Movie Maker** (teredia gratis di **Microsoft Store**): editor video gratis dari Microsoft untuk MS Windows.
- 5) **iMovie** (<https://www.apple.com/imovie/>): editor video gratis dari Apple untuk Mac OS dan iOS.
- 6) **Blender** (<https://www.blender.org/>): software gratis dan kode terbuka untuk pembuatan konten digital 2D/3D termasuk pengeditan video, dengan fitur model dan animasi 3D, pengeditan yang lebih kompleks, seperti penyembunyian video.

e. Software Untuk Pengembangan Multimedia Interaktif

Pada era sebelum sekarang, pengembangan media interaktif banyak menggunakan teknologi applet Java dan flash, namun sekarang kedua teknologi tersebut sudah banyak ditinggalkan karena dukungan browser sudah berkurang berkaitan dengan masalah keamanan terkait dengan penggunaan keduanya. Teknologi yang sekarang banyak digunakan sebagai alternatif teknologi applet Java dan flash adalah HTML5 dan JavaScript. Selain itu juga terdapat berbagai bahasa pemrograman yang mendukung membuat media interaktif, khususnya untuk simulasi, seperti Python, R, dan bahasa-bahasa gratis lain. Beberapa software yang sudah disebutkan di atas juga dapat digunakan untuk menghasilkan media pembelajaran interaktif, misalnya GeoGebra, Canva, RStudio dengan dukungan paket-paket R terkait, dan Jupyter Notebook. Berikut adalah beberapa software atau tool gratis yang dapat digunakan untuk mengembangkan multimedia interaktif berbasis HTML5.

- 1) **eXeLearning** (<https://exelearning.net/en/>): perangkat lunak gratis berlisensi GPL-2 yang dapat digunakan untuk membuat LO multimedia interaktif dalam format XHTML atau HTML5 dan diekspor ke format digital yang berbeda, untuk digunakan secara mandiri atau untuk diintegrasikan ke dalam LMS seperti Moodle. eXeLearning memungkinkan halaman Web memuat semua komponen multimedia interaktif, termasuk teks, gambar, aktivitas interaktif, galeri gambar, atau klip multimedia.
- 2) **H5P** (<https://h5p.org>): merupakan program tambahan (*plugin*) untuk sistem penyajian konten digital (CMS & LMS) seperti Moodle, WordPress, Drupal, dan lain-lain sebagai alat pembuatan konten interaktif, video interaktif, presentasi, permainan, kuis, dan sebagainya secara mudah dengan menyediakan aneka macam jenis konten yang dibutuhkan.
- 3) **Eko Studio** (<https://studio.eko.com/tool>): *tool online* gratis yang handal dan dapat digunakan untuk membuat konten interaktif premium, mudah dipelajari dan digunakan serta mudah diadaptasi.
- 4) **OpenSceneGraph** (<http://www.openscenegraph.org/>): *toolkit* grafis 3D kode terbuka multiplatform yang berkinerja tinggi, yang digunakan oleh pengembang aplikasi di bidang-bidang seperti simulasi visual, game, realitas virtual, visualisasi ilmiah, dan pemodelan, sebagai teknologi grafik pemandangan terkemuka di dunia, digunakan secara luas dalam industri vis-sim, luar angkasa, ilmiah, minyak-gas, permainan, dan realitas virtual VR).
- 5) **ARTtoolkitX** (<http://www.artoolkitx.org/>): *tool* kode terbuka multiplatform untuk membuat aplikasi *augmented reality* (AR).
- 6) **GoogleARCore** (<https://developers.google.com/ar/>): *tool* kode terbuka dari Google untuk pengembangan aplikasi *augmented reality* (AR) pada perangkat Android (baru sejumlah terbatas perangkat Android yang didukung).
- 7) **Apple ARKit** (<https://developer.apple.com/arkit/>): *tool* kode terbuka dari Apple untuk pengembangan aplikasi *augmented reality* (AR) pada perangkat iPhone (baru sejumlah terbatas perangkat iPhone yang didukung).

7. Software dan Tool untuk Mengembangkan Instrumen Penilaian

D. Evaluasi Konten Digital

Sebelum digunakan di dalam proses pembelajaran melalui sistem manajemen pembelajaran daring (LMS), setiap LO harus dievaluasi kualitasnya. Tujuan evaluasi ini adalah agar setiap LO benar-benar dapat berfungsi memfasilitasi proses pembelajaran, membantu pencapaian tujuan pembelajaran, mudah penggunaan dan mempelajarinya, tidak menimbulkan kendala teknis maupun psikologi bagi pengguna atau pembelajar, serta mudah pengelolaannya. Terdapat banyak kriteria untuk menilai kualitas LO, di antaranya adalah kriteria yang dikeluarkan oleh LORI (*Learning Object Review Instrument*), MERLOT (*Multimedia Educational Resources for Learning and Online Teaching*), dan NHS Shared Learning. Berikut adalah kriteria penilaian LO menurut masing-masing institusi tersebut.

Menurut LORI (*Learning Object Review Instrument*) 1.5, kriteria penilaian LO meliputi:

1. **Kualitas Isi:** kebenaran, keakuratan, keseimbangan penyajian ide, dan kesesuaian keluasan/kedalaman uraian penjelasan materi;
2. **Keselarasan dengan Tujuan Pembelajaran:** kesesuaian dengan beberapa tujuan, aktivitas, dan asesmen pembelajaran, serta karakteristik pembelajar;
3. **Umpan Balik dan Adaptasi:** konten adaptif atau dapat disesuaikan untuk kebutuhan berbagai latar belakang dan karakteristik pembelajar yang berbeda-beda;
4. **Motivasi:** kemampuan untuk memotivasi, dan merangsang minat atau keingintahuan pembelajar;
5. **Rancangan Penyajian:** kemampuan informasi yang disajikan di dalam LO untuk meningkatkan efisiensi belajar pengguna dan mengurangi tingkat kecemasan;
6. **Kemanfaatan Interaksi:** kemudahan navigasi, antarmuka pengguna bersifat intuitif, dan kualitas fitur bantuan antarmuka;
7. **Aksesibilitas:** dukungan untuk pelajar penyandang disabilitas, serta tingkat kemudahan akses dengan berbagai perangkat elektronik;
8. **Dapat dipakai ulang:** tingkat kemudahan untuk digunakan dalam berbagai pembelajaran atau konteks pembelajaran yang berbeda tanpa perlu modifikasi; dan
9. **Kepatuhan Standar:** kepatuhan terhadap standar dan spesifikasi internasional.

Sementara itu, MERLOT (*Multimedia Educational Resources for Learning and Online Teaching*), memberikan tiga kriteria, yakni:

1. **Kualitas isi:** kebermaknaan aspek pendidikan serta keakuratan dan kevalidan isi LO;
2. **Kemudahan Pemakaian:** kemudahan penggunaan bagi pengguna pertama, nilai estetika, dan pemberian umpan balik terhadap respon pengguna; dan
3. **Potensi keefektifan sebagai alat pembelajaran.**

Kriteria penilaian kualitas LO yang diusulkan NHS Shared Learning (2009) mencakup delapan standar:

1. **Kualitas:** isi/materi di dalam LO akurat dan ditulis dengan bahasa yang benar, cakupan materi mencukupi untuk memenuhi pencapaian suatu tujuan pembelajaran;
2. **Keselarasan dengan tujuan pembelajaran:** isi LO sesuai dengan dan mendukung pencapaian tujuan pembelajaran bagi target pembelajar yang telah ditentukan;
3. **Umpan balik:** LO dapat memberikan aktivitas mahasiswa dan memotivasi pengguna untuk menyampaikan umpan balik yang relevan dan konstruktif;
4. **Motivasi:** LO dapat menarik minat belajar mahasiswa, interaktif, dan relevan dengan karakteristik pengguna yang ditargetkan;
5. **Desain dan Kemanfaatan:** rancangan LO jelas, konsisten, dan intuitif (dapat dipakai oleh siapapun tanpa banyak bertanya);

6. **Aksesibilitas:** LO memberikan kesempatan belajar kepada pembelajar dengan kebutuhan khusus;
7. **Pemakaian ulang dan kepatuhan standar:** LO dapat dipakai dalam berbagai konteks pembelajaran oleh kalangan pengguna/pembelajar yang berbeda latar belakang serta mendukung spesifikasi dan standar internasional; dan
8. **Hak kekayaan intelektual:** metadata LO menyebutkan kepemilikan hak cipta dan persyaratan pemakaiannya;

Di antara kriteria tersebut sebenarnya terdapat beberapa kesamaan dan apabila dicermati secara lebih mendalam, sebenarnya kriteria penilaian LO tersebut dapat dikelompokkan menjadi tiga aspek, yakni aspek konten (isi), aspek pedagogis, dan aspek teknis. Masing-masing aspek ini dapat dijabarkan menjadi beberapa indikator, dan masing-masing indikator dapat dinilai atau dilihat dengan menggunakan deskriptor yang berupa kata sifat yang berlawanan (tidak baik – baik, tidak jelas – jelas, tidak lengkap – lengkap, dan sebagainya) dengan rentang skor 1 – 5 misalnya, atau keberadaannya (ada – tidak ada). Setiap aspek tersebut sebaiknya dinilai oleh pakar yang berkompeten, yakni ahli konten, ahli pendidikan, ahli multimedia dan ahli IT.

Tabel 7. Kerangka Penilaian LO

Aspek	Indikator	Deskriptor	Evaluator
Konten (Isi)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kebenaran Isi 2. Keakuratan Isi (sumber rujukan, kesesuaian dengan kenyataan) 3. Konten <i>up to date</i> 4. Konten bermanfaat 5. Isi sesuai tujuan pembelajaran 6. LO berisi hanya 1 topik sesuai tujuan pembelajaran 7. LO tidak memuat bagian-bagian yang tidak sesuai dengan topik dan tujuan pembelajaran 8. Keseimbangan penyajian ide (kesesuaian <i>multiple representation</i>) 9. Kelengkapan materi 10. LO bebas dari bias usia, gender, suku, etnis, agama, fisik, nilai, pakaian, bahasa, maupun kelas sosial 11. Keluasan/kedalaman materi 12. Bahasa (tatabahasa & ejaan) 13. Bahasa (kekonsistenan) 14. Asesmen mengukur pencapaian tujuan pembelajaran 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak Benar – Benar 2. Tidak Akurat – Sangat Akurat 3. Tidak <i>up to date</i> – Sangat <i>up to date</i> 4. Tidak bermanfaat – Sangat Bermanfaat 5. Tidak Sesuai – Sangat Sesuai 6. Tidak Sesuai – Sangat Sesuai 7. Tidak Sesuai – Sangat Sesuai 8. Tidak Sesuai – Sangat Sesuai 9. Tidak Lengkap – Sangat Lengkap 10. Bisa – Tidak Bias 11. Tidak Sesuai – Sangat Sesuai 12. Tidak Baik – Baik 13. Tidak Konsisten – Sangat Konsisten 14. Tidak Sesuai – Sangat Sesuai (Skor 1 – 5) 	Ahli Materi
Pedagogis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rumusan Tujuan Pembelajaran 2. Target pengguna (pembelajar) 3. Keberadaan Pengantar 4. Informasi prasyarat 5. Penyajian materi sesuai tujuan pembelajaran, karakteristik materi dan target pengguna (pembelajar) 	Tidak Baik – Sangat Baik (Skor 1 – 5)	Ahli Pendidikan

Aspek	Indikator	Deskriptor	Evaluator
	6. Penyajian LO meningkatkan motivasi dan minat belajar 7. Perancangan aktivitas belajar sesuai tujuan pembelajaran, karakteristik materi dan target pengguna (pembelajar) 8. LO memungkinkan pengguna memberikan umpan balik dan melakukan refleksi, baik langsung di dalam LO maupun di luar LO 9. Teknologi memfasilitasi pembelajar 10. Elemen-elemen multimedia memfasilitasi dan meningkatkan aktivitas belajar dan proses mental 11. Keberadaan unsur asesmen 12. Kesesuaian asesmen dengan dengan tujuan pembelajaran dan keluasan materi 13. Keberadaan rangkuman, kesimpulan, penutup/tindak lanjut		
Teknis	1. Kualitas dan komposisi teks 2. Kualitas dan komposisi visual 3. Kualitas dan komposisi audio 4. Kualitas dan komposisi video, animasi, dan multimedia lain 5. Komposisi warna 6. Estetika perwajahan LO 7. Kelengkapan metadata 8. Aksesibilitas & fleksibilitas LO (dapat digunakan mandiri maupun bersama LO lain) 9. Petunjuk penggunaan LO dan persyaratan teknologi 10. Kemudahan pemakaian LO 11. Kemudahan pemakaian ulang LO (<i>reusability</i>) 12. Penghargaan kepada penyumbang dan pengembang LO	Tidak Baik – Sangat Baik (Skor 1 – 5)	Ahli Media Ahli IT

Setiap LO layak untuk digunakan atau didistribusikan apabila hasil penilaian untuk setiap aspek memiliki rata-rata skor minimal 75, dengan rumus perhitungan skor adalah sebagai berikut:

$$\text{Skor Aspek} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{5 \times \text{Banyak Butir Indikator}} \times 100.$$

Apabila penilaian dilakukan oleh lebih dari satu orang untuk masing-masing aspek, maka skornya dapat dirata-rata.

E. Daftar Referensi

- Afify, M.K. (2018). "E-Learning Content Design Standards Based on Interactive Digital Concepts Maps in the Light of Meaningful and Constructivist Learning Theory". *Journal of Technology and Science Education*, JOTSE, 2018 – 8(1): 5-16 – Online. <https://doi.org/10.3926/jotse.267>.
- Agus Sumantri, dkk. (2020). *Booklet Pembelajaran Daring*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kemdikbud RI.
- Andriotis, N. (2016). *6 Features of Learning Objects*.
<https://www.efrontlearning.com/blog/2016/08/features-learning-objects.html>.
- _____. (2014). *6 Tips for Using Images in Your E-Learning Material*.
<https://www.efrontlearning.com/blog/2014/08/6-tips-using-images-e-learning-material.html>.
- Anstey, L. and Watson, G. (2018). *A Rubric for Evaluating E-Learning Tools in Higher Education*.
<https://er.educause.edu/articles/2018/9/a-rubric-for-evaluating-e-learning-tools-in-higher-education>.
- Brame, Cynthia J. (2016). "Effective Educational Videos: Principles and Guidelines for Maximizing Student Learning from Video Content". *CBE Life Sci Educ*. 2016 Winter; 15(4): es6.
doi: [10.1187/cbe.16-03-0125](https://doi.org/10.1187/cbe.16-03-0125). Available at <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5132380/>.
- Çinici, M.A. and Altun, A. (2018). "A. Reusable content matters: a learning object authoring tool for smart learning environments". *Smart Learning Environment*. V. 5 (10) 2018.
<https://doi.org/10.1186/s40561-018-0060-3>.
- Clark, R.C. and Mayer, R.E. (2016). *E-learning and the science of instruction : proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning: proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning*, 4th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Colman, H. (2020). *9 eLearning Content Types and When to Design Them*.
<https://www.ispringsolutions.com/blog/elearning-content-types>.
- Curl, C. (2021). *The 5-step Elearning Content Development Process*.
<https://www.elucidat.com/blog/author/charlotte/>.
- EduTechWiki. *Learning object*. http://edutechwiki.unige.ch/en/Learning_object.
- Hari Wibawanto (2019). "E-Learning Quality Evaluation Instrument for SPADA Indonesia". *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, volume 379 .1st Vocational Education International Conference (VEIC 2019). Atlantis Press.
- Haughey, M. and Muirhead, B. (n.d.). *Evaluating Learning Objects For Schools*.
https://ascilite.org/archived-journals/e-jist/docs/vol8_no1/fullpapers/eval_learnobjects_school.htm.
- Ronghuai Huang, R., Spector, J.M., Yang, J. (2019). *Educational Technology, A Primer for the 21st Century*. Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-6643-7>.
- Hurix (2021). *8 Factors to Consider During eLearning Content Development*. <https://www.hurix.com/8-factors-to-consider-during-elearning-content-development/>.

- Information Resources Management Association, eds. (2015). *Curriculum Design and Classroom Management: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*. Hershey PA: Information Science Reference (an imprint of IGI Global).
- Jaimez-González, Carlos R. Et.al (2018). "Learning Objects to Support the Teaching-Learning Process of a Web Fundamentals Undergraduate Course". *American Journal of Educational Research*. 6(11), 1573-1580. DOI: 10.12691/education-6-11-17.
<http://pubs.sciepub.com/education/6/11/17/index.html>.
- Jones, J., & McNaught, C. (2005). "Using learning object evaluation: Challenges and lessons learned in the Hong Kong context". In G. Richards & P. Kommers (Eds.). *ED-MEDIA 2005* (pp. 3580-3585), *Proceedings of the 17th annual World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications*, Montreal, Canada, 27 June - 2 July. Norfolk VA: Association for the Advancement of Computers in Education.
- Kusnandar (2013). "Pengembangan Bahan Belajar Digital Learning Object". *Jurnal Teknodik*. Vol. 17 - Nomor 1, Maret 2013.
- LearnTec (n.d.). *E-Learning Content*. <https://www.learntec.de/en/learntec/product-categories/e-learning-content/>.
- Liu, S. et.al, eds. (2018). *e-Learning, e-Education, and Online Training - 4th International Conference, eLEOT 2018 Shanghai, China, April 5–7, 2018 Proceedings*. Cham: Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-93719-9>.
- Lujara, S. (2010). *Development of E-Learning Content and Delivery for Self Learning Environment, Case of Selected Rural Secondary Schools in Tanzania*. Doctoral Dissertation. Karlskrona: Blekinge Institute of Technology.
- Maceviciute, E. and T. D. Wilson (2008). "Evaluation of Learning Objects from the User's Perspective: The Case of the EURIDICE Service". *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, Volume 4, 2008.
- McDonald, J. K. & West, R. E. (2021). *Design for Learning: Principles, Processes, and Praxis (1st ed.)*. EdTech Books. <https://edtechbooks.org/id>.
- McGreal, R. (2004). "Learning Objects: A Practical Definition". *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*. Vol 1, No. 9. Sep. 2004.
https://www.itdl.org/Journal/Sep_04/article02.htm.
- NextThought Studios Staff (2018). *Six Tips for Creating Great Digital Learning Content*.
<https://www.nextthought.com/thoughts/2016/09/six-tips-for-creating-great-digital-learning-content>.
- Pavlou, C. (2020). *How to Skyrocket Your ELearning Courses with Great Content*.
<https://www.talentlms.com/blog/how-create-elearning-course-content-learners-will-love/>.
- Rattan, Jade (2018). *101 Different Types of Digital Content*.
<https://www.zazzlemedia.co.uk/blog/digital-content-types>.
- Reigeluth, C.M., Beatty, B.J. and R.D. Myers (2017). *Instructional-Design Theories And Models, Volume IV: Historicity - The Learner-Centered Paradigm of Education*. New York: Routledge.

- Silverman, J. and Veronica Hoyos, V. eds. (2018). *Distance Learning, E-Learning and Blended Learning in Mathematics Education - International Trends in Research and Development*. Cham: Springer International Publishing AG. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-90790-1>.
- SMITH, R.S. (2004). *Guidelines for Authors of Learning Objects*. Austin : NMC: The New Media Consortium
- Smith, S. (2018). *7 Steps Of eLearning Content Development Process*.
<https://elearningindustry.com/elearning-content-development-process-steps>.
- Sosteric, M. and Hesemeier, S. (2002). *When is a Learning Object not an Object: A first step towards a theory of learning objects*. <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/106/185>.
- Zandstra, G. (2019). *9 Stages Of The Custom eLearning Development Process*.
<https://elearningindustry.com/elearning-authors/gerald-l-zandstra-phd>.
- Vargo, J., Nesbit, J.C., Belfer, K. and Archambault, A. (2003). "Learning Object Evaluation: Computer-Mediated Collaboration and Inter-Rater Reliability". *International Journal of Computers and Applications*, Vol. 25, No. 3, 2003.
- Vieira, E.M.F, Moraes, M. and Rossato, J. (n.d.). *Evaluation of Virtual Objects: Contributions for the Learning Process*. <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/download/2620/3964?inline=1>.
- Wiley, D. A., eds. (2002). *The Instructional Use of Learning*. Bloomington: Agency for Instructional Technology Association for Educational Communications & Technology.