

# MODEL, PENDEKATAN, STRATEGI DAN METODE PEMBELAJARAN PADA MATA PELAJARAN ESTIMASI BIAYA KONSTRUKSI DAN PROPERTI

Riza Nur Dwi Lutfiana<sup>1</sup>

Eveline Siregar<sup>2</sup>

Murni Winarsih<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Negeri Jakarta

e-mail: [dwilutfiana@gmail.com](mailto:dwilutfiana@gmail.com)

## ABSTRACT

Technological developments in the era of the industrial revolution 4.0 have a major impact on the world of education, especially in Vocational High Schools. Learning can now go a long way with the development of technology. The purpose of this research is to design a learning model, enriched virtual classroom in the subject of Construction and Property Cost Estimation with a student-centered learning approach. This research is a development research method (R&D) and uses PEDATI as a reference in learning where strategies, methods and learning techniques are included in it. The PEDATI model itself has several steps starting from (1) formulating learning outcomes, (2) competency maps, (3) organizing materials or teaching materials, (4) learning model references, (5) synchronous and asynchronous learning activities, (6) incorporation of enriched virtual classroom and PEDATI and (7) work instructions and assignment assessment rubrics. The result of this research is a virtual classroom learning design that is enriched using PEDATI in the subject of Construction and Property Cost Estimation. With this learning design, learning will be more varied so that students can use the experience of students in learning, of course with technology that suits the needs and characteristics of students.

**Keywords:** Learning design, learning strategies, enriched virtual classroom, PEDATI, Vocational High School

## ABSTRAK

Perkembangan teknologi di era revolusi industri 4.0 ini berdampak besar dalam dunia pendidikan khususnya di Sekolah Menengah Kejuruan. Pembelajaran kini dapat berlangsung secara jarak jauh dengan adanya perkembangan teknologi. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk merancang model pembelajaran *enriched virtual classroom* pada mata pelajaran Estimasi Biaya Konstruksi dan Properti dengan pendekatan *student centered learning*. Penelitian ini merupakan metode penelitian pengembangan (R&D) dan menggunakan PEDATI sebagai acuan dalam mendesain pembelajaran dimana strategi, metode dan teknik pembelajaran sudah tercantum didalamnya. Model PEDATI itu sendiri memiliki beberapa langkah dimulai dari (1) merumuskan capaian pembelajaran, (2) peta kompetensi, (3) pengorganisasian materi atau bahan ajar, (4) aktivitas pembelajaran sinkron dan asinkron, (5) penggabungan *enriched virtual classroom* dan PEDATI serta (6) petunjuk pengerjaan dan rubrik penilaian tugas. Hasil penelitian ini berupa desain pembelajaran *enriched virtual classroom* menggunakan PEDATI pada mata pelajaran Estimasi Biaya

Konstruksi dan Properti. Dengan adanya desain pembelajaran ini, pembelajaran akan lebih bervariasi sehingga dapat memperkaya pengalaman siswa dalam belajar tentunya dengan menggunakan teknologi yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik siswa.

**Kata Kunci:** Desain pembelajaran, strategi pembelajaran, *enriched virtual classroom*, PEDATI, Sekolah Menengah Kejuruan

## 1) PENDAHULUAN

Dunia telah berubah, gaya hidup manusia juga telah berubah (Yusuf dkk., 2020). Perubahan ini merupakan hasil dari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (Jaya Saragih dkk., 2020) yang akhirnya mengantarkan ke era Revolusi Industri 4.0 (Rafiola dkk., 2020). Era revolusi industri 4.0 tentunya sangat berdampak bagi dunia pendidikan (Syakur dkk., 2020). Paul Eggen dan Don Kauchak menekankan bahwa standar pendidikan dunia di era revolusi 4.0 selalu terkait dengan penerapan teknologi dalam pembelajaran (Dakhi dkk., 2020). Dengan demikian cara manusia belajar, memperoleh pengetahuan dan informasi juga berubah. Lingkungan belajar dapat dimodifikasi dengan menggabungkan pembelajaran daring dan tatap muka dengan harapan dapat meningkatkan minat belajar siswa (Han dkk., 2020).

Model pembelajaran yang banyak digunakan di era revolusi 4.0 adalah model *blended learning* yaitu dengan menggabungkan pembelajaran tatap muka dan pembelajaran daring (Dahlia dkk., 2019). Model pembelajaran ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan pendidikan (Rahmadani dkk., 2020). Terdapat 4 klasifikasi dalam *blended learning* yang dikembangkan oleh Clayton Kristen Institute, yaitu *rotation models*, *flex model*, *self-blend model*, dan *enriched virtual model* (Pivneva dkk., 2020). *Enriched virtual classroom* merupakan salah satu klasifikasi dalam *blended learning* (*enriched virtual model*). Model pembelajaran ini merupakan model pembelajaran alternatif yang dilakukan dari jarak jauh dimana proses pembelajarannya didominasi oleh teknologi dan pembelajaran tatap muka hanya sebagai pelengkap tambahan jika diperlukan (Jaya Saragih dkk., 2020:4).

*Enriched virtual classroom* yang dikembangkan harus didukung oleh strategi pembelajaran (Lasamahu dkk., 2021). Strategi pembelajaran yang digunakan pada penelitian adalah pembelajaran kooperatif karena menurut penelitian yang dilakukan oleh Wildan Hendra Utama dan Suparji (Utama dkk., 2021), penerapan pembelajaran Student Team Achievement Division (kooperatif) terbukti secara signifikan meningkatkan hasil belajar siswa pada siswa pada mata pelajaran program keterampilan konstruksi.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang *enriched virtual classroom* dengan strategi pembelajaran kooperatif pada mata pelajaran Estimasi Biaya Konstruksi. Perancangan pembelajaran daring dimulai dengan perumusan hasil belajar, pemetaan materi, perancangan alur pembelajaran synchronous dan asynchronous hingga pemilihan media dan kegiatan yang merupakan langkah PEDATI. Strategi

pembelajaran kooperatif dengan membentuk kelompok heterogen, siswa diharapkan lebih mudah menguasai materi pembelajaran melalui diskusi kelompok kecil dan kerjasama yang terdiri dari 4 sampai 5 orang (Takko dkk., 2020). Selain itu, pembelajaran kooperatif dapat memenuhi kebutuhan siswa dalam berpikir kritis, memecahkan masalah bersama dan mengintegrasikan pengetahuan dan pengalaman (Silalahi dkk., 2021).

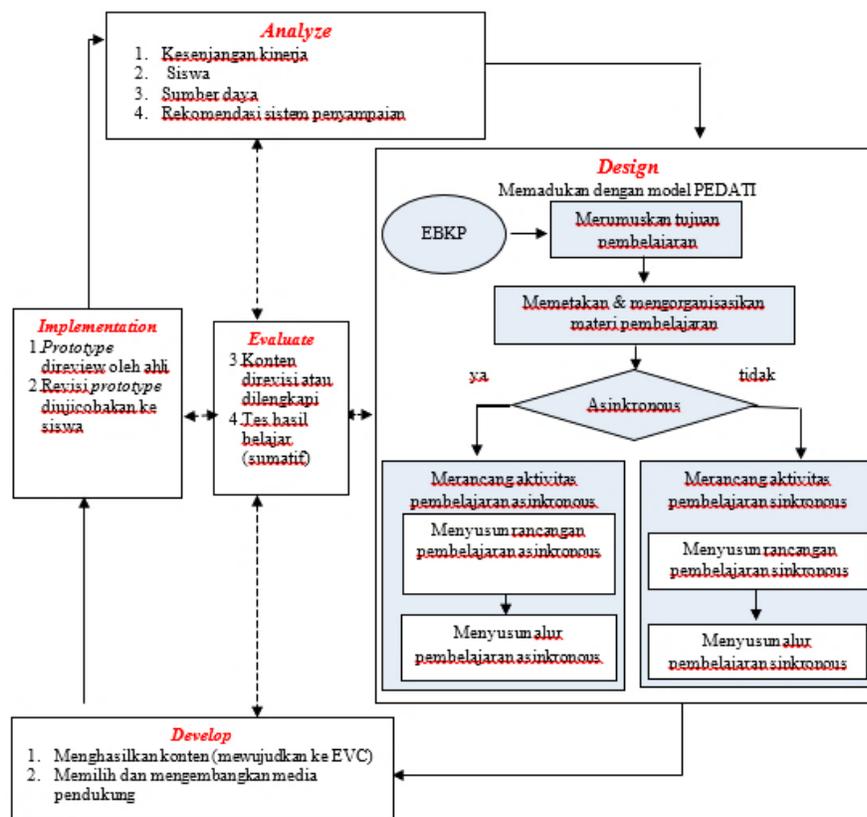
Berdasarkan observasi di SMKN 3 Cikarang Barat, program keahlian Bisnis Konstruksi dan Properti memiliki kendala dalam kegiatan pembelajaran Estimasi Biaya Konstruksi dan Properti yaitu kurangnya waktu tatap muka di kelas. Minimnya waktu tatap muka di kelas disebabkan oleh waktu belajar siswa di sekolah hanya lima jam per hari dalam seminggu (07.00-12.00 WIB) untuk semua mata pelajaran. Hal ini dikarenakan SMKN 3 Cikarang Barat memiliki keterbatasan ruang kelas dan masih dalam tahap pembangunan. Padatnya materi dalam pembelajaran, sedikitnya waktu belajar siswa di kelas ditambah siswa yang diharuskan melakukan magang selama 3 bulan selama kelas XI di semester ganjil, mengakibatkan tidak semua materi kompetensi tersebut diajarkan secara tatap muka di kelas. Oleh karena itu, untuk mengatasi hal tersebut diperlukan dukungan sumber belajar, metode dan model pembelajaran yang dapat digunakan siswa untuk mengatasi kurangnya waktu tatap muka di kelas dan dapat diakses dengan mudah dimana saja dan kapan saja, secara cepat, efektif dan efisien dengan memanfaatkan teknologi yang ada yang tentunya tersedia di lingkungan belajar siswa. Semua sumber belajar, metode dan model belajar siswa harus disesuaikan dengan tuntutan kurikulum dan kebutuhan belajar siswa yang efektif dan efisien dengan memanfaatkan teknologi yang tersedia di lingkungan belajar siswa (Lalian dkk., 2021:19). Dalam hal ini dimungkinkan untuk mengembangkan *Enriched Virtual Classroom* dengan strategi pembelajaran kooperatif.

Adanya kombinasi pembelajaran kooperatif diharapkan siswa lebih mudah menguasai materi pembelajaran melalui diskusi kelompok kecil yang terdiri dari 4 sampai 5 orang (Takko dkk., 2020:209). Selain itu, pembelajaran kooperatif ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan siswa dalam berpikir kritis, memecahkan masalah bersama dan mengintegrasikan pengetahuan dan pengalaman (Silalahi dkk., 2021:3022). Berdasarkan uraian di atas, belum ada penelitian yang membahas tentang model pembelajaran *enriched virtual* pada mata pelajaran Estimasi Biaya Konstruksi. Hal ini menarik jika penelitian pengembangan model pembelajaran *enriched virtual classroom* pada mata pelajaran Estimasi Biaya Konstruksi dan Properti ini dilakukan dengan tujuan memfasilitasi belajar siswa untuk meningkatkan pengalaman siswa dalam belajar yang didukung oleh teknologi terikini serta mampu memenuhi tujuan pembelajaran yaitu mampu merencanakan estimasi biaya konstruksi.

## 2) METODE

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian dan pengembangan (R&D) dalam rangka menghasilkan desain produk baru, menguji efektivitas produk yang sudah ada, serta mengembangkan dan menciptakan produk baru (Sugiyono, 2015). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan produk inovasi berupa desain pembelajaran *enriched virtual classroom* yang akan digunakan guru mata pelajaran Estimasi Biaya Konstruksi pada smk konstruksi bangunan dan untuk memperkaya pengalaman belajar siswa. Alur pengembangan model pembelajaran *enriched virtual classroom* menggunakan model pengembangan ADDIE yang dapat dilihat seperti dibawah ini :

**Figur 1. Model Pengembangan ADDIE dan PEDATI**



Penelitian diawali dengan menganalisis permasalahan yang ada dalam pelaksanaan pembelajaran pada mata pelajaran Estimasi Biaya dan Konstruksi. Kemudian juga analisis masalah, analisis siswa yang akan menjadi subjek penelitian, analisis sumber daya yang tersedia untuk pembelajaran. Tahap analisis terdiri dari beberapa kegiatan yaitu analisis masalah, analisis siswa dan analisis sumber daya. Pada tahap analisis masalah ditemukan kesenjangan dimana pada saat pembelajaran terjadi kekurangan waktu dan ruang kelas untuk pembelajaran tatap muka dan tidak adanya sumber belajar mandiri yang mendukung untuk siswa sehingga kompetensi belajar belum sepenuhnya tercapai. Adanya masalah tersebut berdampak kepada hasil

belajar siswa yang menjadi kurang optimal. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya siswa yang membutuhkan remedial untuk mencapai nilai KKM. Kegiatan analisis siswa dilakukan dengan menyebarkan angket kepada siswa dengan data rata-rata berusia 16-17 tahun dan tinggal tidak jauh dari lingkungan sekolah. Selanjutnya adalah analisis siswa dimana siswa juga memiliki kemudahan dalam mengakses informasi dan komunikasi melalui perangkat handphone. Selanjutnya adalah analisis sumber daya yang tersedia yaitu sumber konten, sumber teknologi, fasilitas pembelajaran, sumber daya manusia dan rekomendasi sistem penyampaian pembelajaran. Berikut adalah kisi-kisi analisis kebutuhan sebelum dikembangkannya desain pembelajaran.

**Tabel 1. Kisi Kisi Analisis Kebutuhan**

Komponen	Indikator	Teknik pengumpulan data
1. Analisis kesenjangan kinerja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinerja faktual di lapangan</li> <li>• Kinerja yang diharapkan di lapangan</li> <li>• Penyebab utama kesenjangan di lapangan</li> <li>• Penetapan tujuan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengamatan</li> <li>• Wawancara tidak terstruktur dengan guru mata pelajaran</li> </ul>
2. Analisis siswa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kelompok utama siswa (tingkat/tingkat pendidikan)</li> <li>• Karakteristik umum siswa, seperti usia, jenis kelamin, penggunaan teknologi, motivasi, kemampuan kognitif, dan keterampilan</li> <li>• Jumlah siswa</li> <li>• Lokasi siswa</li> <li>• Tingkat pengalaman siswa</li> <li>• Sikap siswa</li> <li>• Keterampilan yang dimiliki siswa yang berpotensi untuk berhasil dalam lingkungan belajar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wawancara dengan guru mata pelajaran</li> <li>• Kuesioner kebutuhan siswa</li> </ul>
3. Analisis ketersediaan sumber daya	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konten untuk referensi</li> <li>• Teknologi dalam pembelajaran</li> <li>• Fasilitas belajar</li> <li>• Manusia (SDM)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengamatan</li> <li>• Wawancara dengan guru mata pelajaran dan ketua program studi</li> </ul>
4. Sistem penyampaian pembelajaran yang direkomendasikan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifikasi opsi model pembelajaran yang akan dipertimbangkan</li> <li>• Perkiraan lamanya waktu untuk setiap opsi model pembelajaran yang akan dipertimbangkan</li> </ul>	

Setelah analisis dilakukan, langkah selanjutnya adalah membuat desain pembelajaran *enriched virtual classroom* untuk materi yang dibutuhkan, dilanjutkan dengan perancangan kegiatan pembelajaran asynchronous dan synchronous. Langkah selanjutnya adalah memilih dan mengembangkan media pembelajaran synchronous dan asynchronous menggunakan *platform* edmodo, zoom, *wordwall* dan video pembelajaran yang terhubung ke youtube. Pemilihan media pembelajaran *enriched virtual classroom* ini telah disesuaikan hasil analisis karakteristik siswa dan kebutuhannya. Setelah tahapan desain telah dilakukan, maka dilanjutkan ke tahap implementasi model pembelajaran yang telah direview oleh para ahli. Tahap terakhir adalah evaluasi berupa evaluasi formatif yang dilakukan oleh para ahli mengenai perlu tidaknya revisi atau penyempurnaan isi dan evaluasi sumatif tes hasil belajar siswa di akhir kegiatan. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XI yang sedang mempelajari mata pelajaran Estimasi Biaya dan Konstruksi dengan jumlah 59 siswa, sebaran Jenis Kelamin: 31 siswa laki-laki, dan 28 siswa perempuan. Penelitian ini

dilakukan di SMKN 3 Cikarang Barat program keahlian konstruksi bangunan. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi, wawancara, dokumentasi dan triangulasi data.

### 3) HASIL TEMUAN

Hasil dari penelitian ini adalah desain pembelajaran *enriched virtual classroom* dengan model PEDATI yang dipadukan dengan strategi pembelajaran kooperatif. Berikut adalah contoh desain pembelajaran untuk mata pelajaran Estimasi Biaya Konstruksi dan properti dikelas XI semester ganjil :

#### **Deskripsi Mata Pelajaran**

Estimasi Biaya Konstruksi dan Properti adalah perhitungan banyaknya biaya yang dibutuhkan untuk bahan bangunan, upah pekerja, serta biaya lainnya yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek pembangunan. Dalam mata pelajaran pelajaran Estimasi Biaya Konstruksi dan Properti ini siswa akan mempelajari perhitungan secara sistematis untuk sebuah bangunan yang dimulai dari perhitungan volume struktur hingga biaya yang dibutuhkan untuk membangun bangunan tersebut. (Arthur et al., 2020).

Dalam program keahlian Bisnis Konstruksi dan Properti di SMKN 3 Cikarang Barat, mata pelajaran Estimasi Biaya Konstruksi dan Properti ini memiliki 18 kompetensi dasar, 37 indikator pencapaian kompetensi yang dibagi kedalam 2 semester, 9 pokok bahasan materi dan dengan jumlah 185 jam pelajaran. Namun untuk pembelajaran yang akan dilaksanakan dikelas XI BKP pada semester ganjil adalah kompetensi dasar 3.1 sampai 3.3 untuk pengetahuan dan 4.1 sampai 4.3 untuk keterampilan. Selanjutnya untuk materi pembelajaran yang akan dikembangkan adalah (1) Jenis dan Tahapan Pekerjaan Konstruksi Gedung, (2) Perhitungan volume pekerjaan konstruksi gedung, dan (3) Spesifikasi Bahan-bahan Pekerjaan Konstruksi Gedung.

Dengan adanya pengembangan model pembelajaran *enriched virtual classroom* menggunakan strategi pembelajaran kooperatif ini diharapkan mampu meningkatkan pengalaman siswa dalam belajar dan dapat memenuhi tujuan pembelajaran mata pelajaran Estimasi Biaya Konstruksi dan Properti yaitu dapat menyusun perencanaan estimasi biaya konstruksi. Tujuan lain dengan adanya pengembangan ini adalah melatih siswa agar menjadi estimator yang menguasai bidang perencanaan Estimasi Biaya Konstruksi dan Properti yang handal dan profesional tentunya dengan adanya penerapan model pembelajaran yang inovatif.

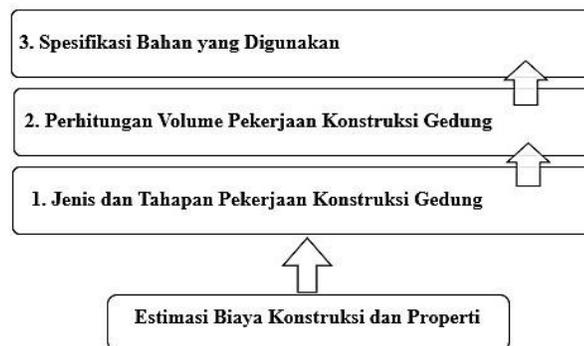
#### ***Rancangan Enriched Virtual Classroom***

Langkah pertama adalah merumuskan hasil belajar. Rumusan hasil belajar atau capaian pembelajaran ini harus mengandung empat unsur ABCD, yaitu Audience (peserta), Behavior (perilaku), Condition (kondisi), dan Degree (derajat prestasi belajar). Capaian pembelajaran pada mata pelajaran estimasi biaya konstruksi memiliki satu prestasi belajar yang kemudian dibagi menjadi enam sub prestasi belajar, (1) Diberikan dokumen kontrak dan RKS(C) siswa kelas XI belajar Bisnis Konstruksi dan Properti(A) dapat

menganalisis isi dokumen kontrak dan RKS(B) dengan baik dan benar (D). (2) Dengan diberikan contoh struktur rincian pekerjaan (C), siswa kelas XI jurusan Bisnis Konstruksi dan Properti (A) dapat menghitung volume pekerjaan konstruksi bangunan (B) dengan baik dan benar (D). (3) Dengan diberikan gambaran umum tentang bahan atau bahan yang biasa digunakan dalam pekerjaan konstruksi (C), siswa kelas XI jurusan Bisnis Konstruksi dan Properti (A) dapat menganalisis spesifikasi bahan dan bahan untuk pekerjaan konstruksi bangunan (B) dengan baik dan benar (D).

Setelah menentukan rumusan capaian pembelajaran, langkah kedua adalah membuat peta kompetensi. Peta kompetensi disini bertujuan untuk memperjelas materi apa saja yang akan dipelajari pada mata kuliah estimasi biaya konstruksi pada siswa kelas XI pada semester ganjil program keahlian bangunan gedung. Peta kompetensi digambarkan dalam bentuk mindmap keterkaitan antar pokok bahasan. Peta kompetensi pada mata pelajaran estimasi biaya konstruksi kelas XI semester ganjil dapat digambarkan seperti dibawah ini :

**Figur 2. Peta Kompetensi Pembelajaran**



Kemudian langkah ketiga adalah pemetaan dan pengorganisasian materi pembelajaran yang akan dikembangkan menjadi *enriched virtual classroom*. Pemetaan dan pengorganisasian bahan ajar pada mata pelajaran estimasi biaya konstruksi diawali dengan materi pokok, sub pokok bahasan dan diakhiri dengan materi pokok pembelajaran. Berikut adalah contoh pemetaan bahan ajar yang dikembangkan :

**Tabel 2. Pemetaan Bahan Ajar**

No	Pokok Bahasan	Sub Pokok Bahasan	Materi Pokok
1.	Jenis dan Tahapan Pekerjaan Konstruksi Gedung	Jenis dan Tahapan Pekerjaan Konstruksi Gedung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pengertian pekerjaan konstruksi gedung</li> <li>▪ Jenis-jenis pekerjaan konstruksi gedung</li> <li>▪ Tahapan-tahapan pekerjaan konstruksi Gedung</li> </ul>
		Analisis Dokumen Kontrak dan RKS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dokumen Kontrak dan RKS</li> </ul>
2.	Perhitungan Volume Pekerjaan	<i>Work Breakdown Structure</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perhitungan dasar bangun datar dan bangun ruang</li> <li>• Satuan Panjang dan Berat</li> </ul>

	Konstruksi Gedung		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Work Breakdown Structure</i></li> <li>• Perhitungan Volume Pekerjaan Konstruksi Gedung</li> </ul>
3.	Spesifikasi Bahan-Bahan Pekerjaan Konstruksi Gedung	Bahan atau Material Umum Pekerjaan Konstruksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahan/Material Umum Pekerjaan Konstruksi</li> <li>• Manajemen Bahan atau Material Pekerjaan Konstruksi</li> <li>• Klasifikasi Bahan atau Material Pekerjaan</li> </ul>
		Jenis-Jenis Pekerjaan Pada Pelaksanaan Konstruksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jenis-Jenis Pekerjaan Pada Pelaksanaan Konstruksi</li> </ul>

Langkah keempat adalah memilih pembelajaran synchronous dan asynchronous. Berdasarkan pemetaan dan pengorganisasian materi pembelajaran yang akan dikembangkan pada *enriched virtual classroom*, materi asinkron dan sinkron akan dipisahkan. Berikut adalah contoh pemilihan pembelajaran synchronous dan asynchronous pokok bahasan satu :

**Figur 3. Pemilihan Pembelajaran Synchronous dan Asynchronous**

NO	Tujuan Pembelajaran	TIK	Pokok Bahasan	Materi Pokok	Aktivitas Pembelajaran				Strategi Pembelajaran			Asesmen
					Sinkron		Asinkron		Metode	Media	Waktu	
					SL	SM	AM	AK				
1.	Memahami jenis-jenis pekerjaan pada pelaksanaan konstruksi bangunan gedung	Siswa kelas XI jurusan BKP dpt memahami Jenis & Tahapan Pekerjaan Konstruksi Gedung dengan baik & benar	Jenis & Tahapan Pekerjaan Konstruksi Gedung	Pengertian konstruksi bangunan gedung			Edmodo siswa membaca ppt lalu menonton video tahapan konstruksi pada edmodo	Presentasi Tanya Jawab	Ms. Power Point Zoom meeting Video pembelajaran	5 JP	Wordwall Gameshow Quiz ttg pengertian dan tahapan pekerjaan konstruksi <a href="https://wordwall.net/play/19866/960/983">https://wordwall.net/play/19866/960/983</a>  Result: <a href="https://wordwall.net/result/shareable/a/6d9e44b9c0ef45beb0239163d4a72456">https://wordwall.net/result/shareable/a/6d9e44b9c0ef45beb0239163d4a72456</a>	
				Jenis & tahapan pekerjaan konstruksi bangunan gedung	-	Zoom Guru menjelaskan dan tanya jawab via zoom	Edmodo Siswa mengerjakan quiz		Ms. Power Point  Video pembelajaran : tahapan pekerjaan konstruksi <a href="https://www.youtube.com/watch?v=nUOB7QrG8FU">https://www.youtube.com/watch?v=nUOB7QrG8FU</a>			
		Siswa kelas XI jurusan BKP dpt menganalisis isi dokumen kontrak & RKS dengan baik & benar	Analisis komponen Dokumen Kontrak & RKS	Dokumen Kontrak & RKS	-	-	edmodo (koo peratif)	Diskusi	Microsoft Power Point Bahan ajar berupa e-book : contoh dokumen kontrak dan RKS	5 JP	Penugasan (analisis komponen doktrak) di edmodo	

Tahap selanjutnya adalah membuat alur pembelajaran dengan penggabungan *enriched virtual classroom* dan PEDATI. Pada langkah ini tahap pelajari (PE) berupa pembelajaran asynchronous mandiri. Dalam pembelajaran asynchronous, siswa terlebih dahulu dapat mempelajari materi yang disajikan dalam edmodo. Pembelajaran bisa dalam bentuk presentasi powerpoint, video pembelajaran dan bisa dalam bentuk teks saja. Kemudian tahap dalam (DA) yaitu pembelajaran synchronous berupa forum diskusi selama mengerjakan tugas dengan kelompok yang heterogen. Selanjutnya untuk tahap terapkan (T) yaitu berupa mengerjakan tugas yang dikerjakan dengan kelompoknya dan terakhir adalah evaluasi (I) dapat berupa bimbingan, konsultasi dan dinilai hasil akhir tugas-tugas yang telah diberikan. Konsultasi ini dapat berupa sinkronisasi virtual atau sinkronisasi langsung. Berikut adalah contoh alur pembelajaran *enriched virtual classroom* menggunakan PEDATI pada pokok bahasan satu.

Tabel 4. Alur Pembelajaran *Enriched Virtual Classroom* Menggunakan PEDATI

Pertemuan	PEDATI		Pokok Bahasan I Jenis & Tahapan Pekerjaan Konstruksi Gedung nalisasi komponen Dokumen Kontrak & RKS		Media
			<i>Enriched Virtual Classroom</i>		
			Guru	Siswa	
1	Sinkron Maya	Pelajari	Menyiapkan pertanyaan-pertanyaan mendasar untuk diskusi online <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apa yang anda ketahui tentang estimasi biaya konstruksi?</li> <li>• Pernah kah anda melihat jenis dan tahapan suatu bangunan konstruksi dimulai dari bawah hingga bangunan tersebut dapat digunakan?</li> </ul> <p>Menjelaskan kontak pembelajaran, pengenalan tentang estimasi biaya konstruksi</p> <p>Memberikan penjelasan tugas yang akan dikerjakan</p>	Ikut terlibat aktif mendiskusikan pengetahuan dasar bangunan yang telah diketahui dengan guru dan teman sebaya	Zoom
2	Asinkron Mandiri	Dalami	Menyiapkan materi pembelajaran mandiri mengenai Jenis & Tahapan Pekerjaan Konstruksi Gedung Analisis komponen Dokumen Kontrak & RKS	Siswa mempelajari materi pembelajaran yang sudah di unggah dalam edmodo	Edmodo Youtube Ebook
		Terapkan	Menyiapkan <i>gameshow</i> menggunakan Wordwall dengan 20 pertanyaan mengenai materi <b>Jenis dan Tahapan Pekerjaan Konstruksi Gedung</b>	Siswa diberikan waktu dari pukul 08.00 hingga pukul <b>23.59 untuk mengerjakan <i>gameshow</i> dan mengirimkan bukti telah mengerjakan</b>	Edmodo Wordwall
	Asinkron Kolaboratif	Menyiapkan tugas yang dikerjakan secara kooperatif	Setelah <i>gameshow</i> telah selesai dikerjakan, siswa diarahkan untuk mengerjakan tugas yang sudah disediakan dalam edmodo	Edmodo	
	Evaluasi	Memberikan apresiasi dan nilai tugas kelompok yang telah dikerjakan	Menerima apresiasi dan nilai dalam kelompok	Edmodo	

Tahapan terakhir dalam mendesain pembelajaran adalah membuat petunjuk pengerjaan dan rubrik penilaian tugas.

### Pokok Bahasan I Jenis & Tahapan Pekerjaan Konstruksi Gedung

#### a. Tugas 1

##### Deskripsi Tugas

Tugas ini merupakan tugas awal yang anda kerjakan. Tugas ini berupa *gameshow* dengan total 20 pertanyaan menggunakan wordwall. Sebelum *gameshow* ini anda buka, diharapkan kalian membaca

kembali materi yang sudah kita pelajari. Hasil akhir dari *gameshow* ini adalah berupa nilai yang langsung anda dapatkan jika sudah selesai mengerjakannya.

### Petunjuk Pelaksanaan Proyek

1. Klik link berikut untuk memulai *Gameshow*: <https://wordwall.net/play/19866/960/983>
2. Isi nama lengkap kalian (satu orang hanya boleh bermain satu kali)
3. Klik *start* dan ikuti *gameshow* tersebut hingga selesai
4. Pengerjaan *Gameshow* terakhir hari ini pukul 23.59
5. Jangan lupa lampirkan *screenshot* hasilnya di sini supaya nilai anda terhitung mengerjakan tugas.

SELAMAT BEKERJA!

### b. Rubrik Penilaian Tugas 1

Guru dapat melakukan penilaian berupa soal menjodohkan, soal pilihan ganda atau soal benar dan salah. Selama proses pengerjaan dengan waktu yang sudah disepakati, siswa akan mengirimkan bukti perolehan nilai yang didapat sebagai bukti mereka telah mengerjakan baik melalui edmodo ataupun grup WhatsApp. Guru juga dapat melihat perolehan nilai yang didapatkan siswa secara langsung seperti dibawah ini:

**Figur 4. Tampilan Perolehan Nilai Pada Wordwall**

Student	Submitted	Score	Correct	Incorrect
Abdul Rohim Setiawan	8:27 - 9 Aug 2021	4607	11	9
M Sahrul Mujib	8:33 - 9 Aug 2021	4983	10	10
Nata Firmansyah	8:55 - 9 Aug 2021	3946	14	6
Syuja Khauf Shalih	9:03 - 9 Aug 2021	3889	14	6
Muhamad Raihan	9:32 - 9 Aug 2021	4834	10	10
Deta Yoga Pratama	11:16 - 9 Aug 2021	2884	9	11
Sasando sabianto	11:21 - 9 Aug 2021	4089	10	10
Setyawan herlambang	12:05 - 9 Aug 2021	5859	17	3
Sulthan Rafif Gumilar	16:10 - 9 Aug 2021	4159	9	11
Andinda Wijaya	8:12 - 10 Aug 2021	4961	9	11
Ahmad Buchori Alfarizi	8:20 - 10 Aug 2021	5082	10	10
Siti fatimah	10:20 - 10 Aug 2021	2221	15	5
PUTRI SARAH	12:13 - 10 Aug 2021	4853	15	5
AMANDA HASBIBAH	12:48 - 10 Aug 2021	5000	19	1
Muhammad Sultan Agung	13:17 - 10 Aug 2021	5214	14	6
PUTRI FAZRI UTAMI	13:18 - 10 Aug 2021	3910	16	4
Adelya Dwi Agustina	14:41 - 10 Aug 2021	4268	11	9
Nugraha Putra Triasno	15:44 - 10 Aug 2021	4215	8	12
Ridwan Arief Budiman	22:41 - 10 Aug 2021	2274	8	12
WINDA NUR ANGGRAENI	0:27 - 11 Aug 2021	5171	13	7
Putri Citra Lestari	19:10 - 11 Aug 2021	2305	9	11

Maka perolehan nilai siswa adalah

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah jawaban benar}}{20} \times 10$$

## Analisis komponen Dokumen Kontrak & RKS

### a. Tugas 2

#### Deskripsi Tugas

Tugas ini merupakan tugas pertama yang anda kerjakan bersama kelompok yang telah ditentukan. Dalam tugas ini anda dituntut untuk menganalisis dokumen kontrak dan RKS. Sebelum menganalisis dengan kelompoknya, diharapkan untuk membaca kembali materi yang sudah dipelajari. Hasil adalah berupa nilai yang langsung kalian dapatkan jika sudah selesai mengerjakannya

Hasil akhir adalah berupa laporan hasil analisis komponen dokumen kontrak dan RKS, berupa deskripsi secara rinci mengenai dokumen kontrak dan RKS serta hasil analisis contoh dokumen kontrak yang diuraikan secara sistematis dan detail mulai dari: Identitas dokumen proyek yang dianalisis; Identitas dokumen proyek yang direncanakan; dan Pemenang Lelang.

#### Petunjuk Pelaksanaan Proyek

Baca kembali materi pembelajaran sebelumnya lalu diskusikanlah bersama kelompok kalian mengenai:

1. Jelaskan secara rinci mengenai Dokumen Kontrak dan RKS sesuai bahasamu sendiri!
2. Carilah satu dokumen kontrak proyek konstruksi, lalu lakukan analisis mengenai isi dari dokumen tersebut kemudian buatlah perencanaan dokumen kontrak pada suatu proyek konstruksi dengan memperhatikan contoh yang kalian dapat mulai dari: Identitas dokumen proyek yang dianalisis; Identitas dokumen proyek yang direncanakan; dan Pemenang Lelang

Catatan :

- a. Tugas dikerjakan di Microsoft Word
- b. Tulis nama ketua dan anggota kelompok
- c. Satu kelompok dikumpulkan oleh satu orang
- d. Batas pengumpulan (*deadline*) tugas kelompok terakhir Hari Minggu Pukul 15.00 WIB

### b. Rubrik Penilaian Tugas 2

<b><u>Lembar Penilaian Sikap</u></b>						
	Mata Pelajaran	: .....				
	Kelas/Semester	: .....				
	Topik/Subtopik	: .....				
	Indikator	: Siswa menunjukkan perilaku kerja sama, santun, toleran, responsif dan proaktif serta bijaksana sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah dan membuat keputusan.				
No	Nama Siswa	Kerja sama	Rasa Ingin Tahu	Santun	Komunikatif	Keterangan
1						
2						

****						
Kolom Aspek perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut. 4 = sangat baik 3 = baik 2 = cukup 1 = kurang						

### Lembar Penilaian Pengetahuan

No	Aspek Penilaian	Hasil Penilaian		
		Baik (Skor 3)	Baik (Skor 2)	Baik (Skor 1)
<b>Perencanaan</b>				
1	Mencari dokumen kontrak proyek konstruksi di google dengan kata kunci “contoh dokumen kontrak kosntruksi”. Usahakan contoh dokumen kontrak berbeda dengan kelompok lain			
2	Menentukan sumber-sumber yang relevan atau terkait dengan analisis komponen dokumen kontrak dan RKS			
<b>Pelaksanaan</b>				
3	Menjelaskan secara rinci mengenai dokumen kontrak dan RKS			
4	Menganalisis satu dokumen kontrak proyek kosntruksi yang didapatkan			
5	Menganalisis identitas dokumen proyek yang dianalisis			
6	Menganalisis identitas dokumen proyek yang direncanakan			
7	Menguraikan tentang pemenang lelang			
<b>Produk (Laporan)</b>				
8	Idetifikasi apa saja yang telah dipahami oleh siswa mengenai dokumen Kontrak dan RKS			
9	Langkah-langkah indetifikasi dokumen kontrak			
10	Kemampuan menganalisis dokumen kontrak dan RKS			

Maka perolehan nilai siswa adalah

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{30} \times 10$$

**Keterangan:**

**Skor 3 : dikerjakan dengan sangat lengkap/ sangat baik/ sangat runtut/ sangat akurat**

**Skor 2 : dikerjakan dengan lengkap/baik/runtut/akurat**

**Skor 1 : dikerjakan dengan tidak lengkap/ tidak baik/ tidak runtut/ tidak akurat**

#### 4) PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini adalah desain pembelajaran *enriched virtual classroom* dengan model PEDATI yang dipadukan dengan pendekatan STAD. Model pembelajaran ini sesuai dengan model yang sedang populer saat ini yaitu model *blended learning* atau menggabungkan pembelajaran tatap muka dan virtual. (Dahlia dkk., 2019). *Enriched Virtual Classroom* adalah salah satu klasifikasi dalam *blended learning*. Model pembelajaran ini merupakan model pembelajaran alternatif yang dilakukan dari jarak jauh dimana proses pembelajaran didominasi oleh teknologi menggantikan semua jenis kegiatan wajib dan pembelajaran tatap muka hanya sebagai pelengkap tambahan jika diperlukan (Jaya Saragih dkk., 2020). Secara garis besar, alur pembelajaran *enriched virtual classroom* dibagi menjadi dua, yaitu asinkron dan sinkron. Alur pembelajaran *asynchronous* meliputi instruksi, deskripsi, rangkaian kegiatan mandiri (media digital dan kuis) dan kegiatan kolaboratif (forum diskusi dan tugas online). Sedangkan alur pembelajaran sinkron meliputi kegiatan yang bersifat “dalami” menggunakan zoom. Siswa bebas berkonsultasi mengenai tugas yang diberikan oleh guru. Tiga komponen yang terkandung dalam *enriched virtual classroom* ini adalah pendekatan pedagogis, strategi pembelajaran, dan teknologi pembelajaran (Lasamahu dkk., 2021).

Ketiga komponen tersebut bekerja sebagai suatu sistem, saling mendukung dalam menciptakan model pembelajaran virtual tatap muka (Prawiradilaga dkk., 2018). *Enriched virtual classroom* dapat dikombinasikan dengan pendekatan pedagogis apapun sesuai kebutuhan. Namun dalam mata pelajaran Estimasi Biaya Konstruksi ini digunakan pendekatan STAD. STAD merupakan model pembelajaran kooperatif yang paling sederhana sehingga banyak digunakan dalam pembelajaran kooperatif (Syakur & Sabat, 2020) dan menekankan proses pembelajaran siswa dalam tim (Yulianto dkk., 2020). Salah satu kelebihan model pembelajaran STAD adalah setiap kelompok terdiri dari siswa yang heterogen. Dengan membentuk kelompok yang heterogen diharapkan siswa lebih mudah menguasai materi pembelajaran melalui diskusi kelompok kecil dan kerjasama yang terdiri dari 4 sampai 5 orang. (Takko dkk., 2020). Selain itu, STAD dapat memenuhi kebutuhan siswa dalam berpikir kritis, memecahkan masalah bersama dan mengintegrasikan pengetahuan dan pengalaman (Silalahi dkk., 2021). Pembelajaran STAD memiliki 4 sintaks, yaitu (1) Menyajikan materi pembelajaran, (2) Mendiskusikan dan mendiskusikan tugas atau soal dengan kelompok yang telah ditentukan (heterogen) (3) Tes individu atau dapat menjelaskan hasil diskusi kelompok dan (4) Memberikan apresiasi kepada kelompok dengan skor tertinggi.

Setelah menyelesaikan semua tahapan desain pembelajaran *enriched virtual classroom* dengan pendekatan STAD, langkah selanjutnya adalah menyiapkan materi pembelajaran dan menyiapkan tugas beserta instrumen penilaian tugas yang akan dilakukan dengan kelompok heterogen. Kelompok ditentukan oleh guru mata pelajaran. Media pembelajaran digunakan sesuai dengan kebutuhan dan LMS juga didesain sedemikian rupa untuk menarik minat siswa dalam mengikuti pembelajaran *enriched virtual classroom*.

Penelitian ini memiliki kelebihan dan juga kontribusi yang dapat diterapkan pada pembelajaran berupa pelaksanaan pembelajaran *synchronous* dan *asynchronous* sehingga permasalahan seperti salah satunya adalah jam belajar di kelas karena kegiatan prakerin siswa dapat teratasi. Guru juga mampu menciptakan pembelajaran yang tidak terbatas ruang sehingga di luar jam pembelajaran efektif kegiatan pembelajaran dapat dilaksanakan sesuai waktu yang telah disepakati. Selain kelebihan dan kontribusi yang diharapkan dapat diterapkan pada pendidikan Indonesia, penelitian ini belum dapat dikatakan sempurna, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut berupa evaluasi pelaksanaan setelah model pembelajaran ini diterapkan secara konsisten oleh guru dalam pembelajaran. ruang kelas. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah penelitian ini tidak terbatas pada mata pelajaran Estimasi Biaya Konstruksi saja, tetapi dapat juga diterapkan pada mata pelajaran lain. Sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut agar model pembelajaran ini tetap relevan dalam penerapannya. Selain kelebihan dan kontribusi yang diharapkan dapat diterapkan pada pendidikan Indonesia, penelitian ini belum dapat dikatakan sempurna, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut berupa evaluasi pelaksanaan setelah model pembelajaran ini diterapkan secara konsisten oleh guru dalam pembelajaran. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah penelitian ini tidak terbatas pada mata pelajaran Estimasi Biaya Konstruksi saja, tetapi dapat juga diterapkan pada mata pelajaran lain. Sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut agar model pembelajaran ini tetap relevan dalam penerapannya.

## 5) KESIMPULAN

Pembelajaran *enriched virtual classroom* dapat membantu siswa agar memiliki sumber belajar yang beragam dan dengan kesempatan belajar di mana saja. Perancangan dimulai dari (1) merumuskan capaian pembelajaran, (2) peta kompetensi, (3) pengorganisasian materi atau bahan ajar, (4) aktivitas pembelajaran sinkron dan asinkron, (5) penggabungan *enriched virtual classroom* dan PEDATI serta (6) petunjuk pengerjaan dan rubrik penilaian tugas. Pendekatan pembelajaran STAD digunakan untuk mengikuti karakteristik mahasiswa pada mata kuliah Estimasi Biaya Konstruksi, yang tidak hanya membahas teori tetapi juga kemampuan menganalisis biaya yang dibutuhkan untuk membangun suatu bangunan. Pembelajaran *enriched virtual classroom* dirancang dengan menggabungkan langkah-langkah dalam model PEDATI dengan sintaks pendekatan STAD. Pemilihan materi, formulir diskusi, tugas hingga formulir evaluasi dapat diatur sedemikian rupa dan dipadukan dengan LMS yang digunakan. Desain pembelajaran *enriched virtual classroom* yang dirancang dengan aktivitas pembelajaran yang tepat dapat menjadikan pembelajaran lebih bermakna bagi siswa. Dengan pembelajaran *enriched virtual classroom*, pembelajaran sinkron dapat menjadi sarana diskusi atau pendalaman materi, bukan sekedar penyampaian materi.

## REFERENSI

Dahlia, A., Musty, B., & Rahman, AA (2019). Efektivitas Blended Learning dalam Meningkatkan

- Kemampuan Berbicara Bahasa Inggris Siswa. *English Journal Literacy Utama*, 53(9), 152-157.
- Dakhi, O., Jama, J., Irfan, D., Ambiyar, & Ishak. (2020). Pembelajaran Campuran: Model Pembelajaran Abad 21 Di Perguruan Tinggi. *Jurnal Internasional Multi Sains*, 1(2), 17–23.
- Fitriyani, Y., Fauzi, I., & Sari, MZ (2020). Motivasi Belajar Mahasiswa Pada Pembelajaran Daring Selama Pandemi Covid-19. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan, Pengajaran Dan Pembelajaran*, 7(3), 511–519.
- Han, J., Huh, SY, Cho, YH, Park, SH, Choi, J., Suh, B., & Rhee, W. (2020). Memanfaatkan Data Pembelajaran Online untuk Merancang Kegiatan Tatap Muka di Kelas Terbalik: Studi Kasus Pembentukan Kelompok Heterogen. *Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pendidikan*, 68(5), 2055–2071. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09743-y>
- Hutama, WH, & Suparji. (2021). Meta-Analisis Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Student Team Achievement Division (STAD) Dalam meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik DPIB. *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan*, 7(2).
- Jaya Saragih, M., Mas Rizky Yohannes Cristanto, R., Effendi, Y., & Zamzami, EM (2020). Penerapan Blended Learning Mendukung Pendidikan Digital 4.0. *Jurnal Fisika: Seri Konferensi*, 1566(1), 0–6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1566/1/012044>
- Kusdiyanti, H., Zanky, N., & Mokhammad Prasetyo Wati, A. (2020). Blended Learning for Augmented Reality Untuk Meningkatkan Daya Saing Siswa Mata Pelajaran Pengisian Menuju Making Indonesia 4.0. *Ilmu Sosial KnE*, 2020, 88–100. <https://doi.org/10.18502/kss.v4i7.6845>
- Lasamahu, B., Siregar, E., & Sukarjo, M. (2021). Pembelajaran Online dengan Pendekatan Pembelajaran Berbasis Proyek dalam Kursus Teknologi Kinerja Manusia. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 5(2), 208. <https://doi.org/10.23887/jere.v5i2.32387>
- Pivneva, S., Vitkovskaya, N., Makarov, ON, & Dobrova, KB (2020). Integrasi Kemampuan Jaringan Blended Learning. *Jurnal Informasi dan Pemodelan Kimia*, 53(9), 1689–1699.
- Prawiradilaga, DS, & Chaeruman, UA (2018). Modul Hypercontent Teknologi Kinerja (Performance Technology).
- Rafiola, RH, Setyosari, P., Radjah, CL, & Ramli, M. (2020). Pengaruh Motivasi Belajar, Self-Efficacy, dan Blended Learning Terhadap Prestasi Belajar Siswa Pada Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Internasional Teknologi Emerging dalam Pembelajaran*, 15(8), 71-82. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i08.12525>
- Rahmadani, Herman, T., Dareng, SY, & Bakri, Z. (2020). Pendidikan Untuk Revolusi Industri 4.0: Menggunakan Flipped Classroom dalam Pembelajaran Matematika Sebagai Alternatif. *Jurnal Fisika: Seri Konferensi*, 1521(3), 0–8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/3/032038>
- Silalahi, J., Jalinus, N., Rizal, F., & Verawardina, U. (2021). Keefektifan Model Pembelajaran Kooperatif Problem Based Learning dalam Pembelajaran Statika pada Pendidikan Kejuruan. *Jurnal Pendidikan Komputer dan Matematika Turki (TURCOMAT)*, 12(3), 3020–3027. <https://doi.org/10.17762/turcomat.v12i3.1336>
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian & Pengembangan untuk Bidang: Pendidikan, Manajemen, Sosial, Teknik*. Alfabeta.
- Syakur, A., Fanani, Z., & Ahmadi, R. (2020). Efektifitas Proses Pembelajaran Membaca Bahasa Inggris Berbasis Blended Learning Melalui Media Website “Absyak” Di Perguruan Tinggi. *Jurnal Penelitian dan Kritik Internasional Budapest dalam Linguistik dan Pendidikan (BirLE)*, 3 (2), 763–772.

<https://doi.org/10.33258/birle.v3i2.927>

- Syakur, A., & Sabat, Y. (2020). Efektivitas Pembelajaran Kooperatif (tipe STAD dan PBL) pada E-learning Pembangunan Berkelanjutan di Perguruan Tinggi. *Jurnal Penelitian Pembangunan*, 4(1), 53–61.
- Takko, M., Jamaluddin, R., Kadir, SA, Ismail, N., Abdullah, A., & Khamis, A. (2020). Meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi di kalangan siswa IPA rumah: Pengaruh pembelajaran kooperatif modul Student Teams-Achievement Divisions (STAD). *Jurnal Internasional Penelitian Pembelajaran, Pengajaran dan Pendidikan*, 19(7), 204–224. <https://doi.org/10.26803/IJLTER.19.7.12>
- Usaifa, R., Sukarjo, M., & Winarsih, M. (2020). Pengembangan Media Cai (Computer Assisted Instruction) Pada Mata Pelajaran Bahasa Inggris Untuk Kelas X Di Sekolah Menengah Kejuruan. *Perspektif Ilmu Pendidikan*, 34(2), 137–146. <https://doi.org/10.21009/pip.342.8>
- Yulianto, I., Warsono, Nasution, & AP, DBR (2020). Pengaruh Model Pembelajaran STAD (Student Team Achievement Division) Berbantuan Media Quizizz Terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Pada Mata Pelajaran Sejarah Indonesia Kelas XI SMA Trimurti Surabaya. *Jurnal Internasional untuk Studi Pendidikan dan Kejuruan*, 2(11), 923–927.
- Yusuf, B., Walters, LM, & Sailin, SN (2020). Restrukturisasi Institusi Pendidikan untuk Pertumbuhan Revolusi Industri Keempat (4IR): Tinjauan Sistematis. *Jurnal Internasional Teknologi Emerging dalam Pembelajaran*, 15 (3), 93-109. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i03.11849>