

Pengukuran Kualitas E-Learning LMS Moodle dengan Metode PIECES Framework dan Equivalence Partitioning

Kadek Kusuma Dewi^{*}, Dwi Putra Githa, Ni Made Ika Marini Mandenni

Fakultas Teknik, Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

Email: ^{1,*}1905551051kusumadewi@student.unud.ac.id, ²dwiputragitha@unud.ac.id, ³made_ikamarini@unud.ac.id

Email Penulis Korespondensi : ¹1905551051kusumadewi@student.unud.ac.id

Abstrak—Perkembangan teknologi mempengaruhi proses peningkatan berbagai bidang pelayanan masyarakat salah satunya bidang pendidikan. Bentuk peningkatan mutu pelayanan di bidang pendidikan adalah adanya *e-learning* di SMAN 2 Tabanan. Penggunaan LMS terhitung cukup baru dan diperlukan peninjauan agar LMS dapat digunakan secara daring maupun luring. Pengukuran kualitas terhadap LMS SMAN 2 dilakukan untuk melihat hasil evaluasi sistem LMS terhadap tingkat keberhasilan penggunaan *e-learning* dalam proses belajar mengajar. Pengukuran kualitas dilakukan dengan menggunakan metode PIECES Framework dan *Equivalence Partitioning*. PIECES Framework merupakan metode dengan enam variabel dan 19 indikator. *Equivalence Partitioning* merupakan pengujian sistem dengan menggunakan dua keluaran yaitu valid dan tidak valid. Hasil pengukuran variabel PIECES berada pada rentang nilai 3,09 dengan kategori Cukup hingga 3,88 dengan kategori indikator mencapai hasil Baik. Hasil pengujian Teknik *Equivalence Partitioning* memperoleh efektivitas sebesar 100% yang berarti fungsionalitas *e-learning* telah berjalan dengan baik. Pengujian *Equivalence Partitioning* mendukung hasil kuesioner PIECES untuk pemberian rekomendasi terhadap indikator yang memperoleh nilai dibawah 3,40.

Kata Kunci: E-learning; Kualitas; PIECES Framework; Teknik Equivalence Partitioning; Indikator

Abstract—Technological developments affect the process of improving various fields of community service, one of which is education. The form of improving the quality of services in the field of education is e-learning at SMAN 2 Tabanan. The use of LMS is relatively new and a review is needed so that it can be used both online and offline. The quality measurement of SMAN 2's LMS was carried out to see the results of the evaluation of the LMS system on the success rate of using e-learning in the teaching and learning process. Quality measurement is carried out using the PIECES Framework and Equivalence Partitioning methods. The PIECES Framework is a method with six variables and 19 indicators. Equivalence Partitioning is a system test using two outputs, namely valid and invalid. The results of the measurement of the PIECES variable are in the range of values from 3.09 with the Fair category to 3.88 with the indicator category achieving Good results. The results of the Equivalence Partitioning Technique test obtained an effectiveness of 100%, which means that the e-learning functionality has been running well. The Equivalence Partitioning test supports the results of the PIECES questionnaire for providing recommendations for indicators that score below 3.40.

Keywords: E-learning; Quality; PIECES Framework; Equivalence Partitioning; Indicator

1. PENDAHULUAN

Teknologi informasi yang semakin berkembang berpengaruh di berbagai aspek kehidupan, begitu juga pada bidang Pendidikan. Media pembelajaran yang berkembang dalam bentuk daring menjadi salah satu contoh adanya perkembangan teknologi informasi pada bidang Pendidikan [1]. *Pandemic covid-19* mengakibatkan para pelajar menjalani pembelajaran secara daring melalui rumah masing-masing. Media pembelajaran daring sangat memudahkan interaksi antara guru dan siswa agar kegiatan belajar mengajar dapat tetap dilaksanakan.

SMA Negeri 2 Tabanan adalah salah satu sekolah di Bali yang menerapkan sistem pembelajaran daring sejak 2020 dengan menggunakan *e-learning*. Tahun 2022 pemerintah telah mengizinkan sekolah melakukan pembelajaran secara luring, kemudian SMAN 2 Tabanan menerapkan sistem pembelajaran secara *hybrid* yaitu daring dan luring di setiap kegiatan belajar mengajarnya. SMA Negeri 2 Tabanan terletak di Jalan Mawar Grogak Gede, Kabupaten Tabanan, Bali. SMAN 2 Tabanan didirikan pada tahun 1980. SMA Negeri 2 Tabanan menerapkan *Learning Management System* pada *e-learning* untuk mendukung proses belajar mengajar antar siswa dan guru. Media *Learning Management System* (LMS) adalah media yang wajib ada dalam proses belajar mengajar secara *daring* [2]. Penerapan *e-learning* dilakukan dengan menerapkan LMS Moodle. LMS Moodle adalah aplikasi yang berbasis website dengan layanan pembelajaran *online* atau *daring*. Moodle menerapkan pengguna sebagai guru, pengguna sebagai murid dan materi sebagai bahan ajar [2]. *E-learning* dengan kualitas baik adalah *e-learning* yang mempunyai fitur *e-moderating* yang digunakan pengajar untuk melakukan kegiatan belajar mengajar siswa dan guru secara jarak jauh.

E-learning SMAN 2 Tabanan terhitung cukup baru namun sudah diimplementasikan penggunaannya ke siswa dan guru. Pengembangan *e-learning* memerlukan proses analisis yang sesuai untuk menentukan langkah pengembangan selanjutnya. Pengukuran kualitas diperlukan untuk menilai kinerja *e-learning* memiliki kualitas pelayanan baik untuk diterapkan dalam jangka panjang dan skala besar. Pengukuran kualitas juga berguna untuk menilai kepuasan dari pengguna yaitu siswa dan guru terhadap penggunaan *e-learning* [3]. Hasil pengukuran menilai *e-learning* masih dapat berfungsi dengan baik dalam implementasi dan penerapan proses belajar mengajar, serta melihat apakah *e-learning* ini masih dapat digunakan saat pembelajaran telah dilakukan secara tatap muka.

Hasil survei Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) pada Bulan Juni Tahun 2022 mengatakan bahwa tingkat penggunaan internet pada kelompok usia 13 hingga 18 tahun mencapai 99,16% [4]. Hasil survei menunjukkan bahwa remaja Indonesia menduduki tingkat paling tinggi penggunaan internet di Indonesia dibandingkan dengan usia lainnya.. Penggunaan *e-learning* sangat berpotensi digunakan oleh para siswa dalam pembelajaran tatap muka

melihat dari aktifnya remaja menggunakan internet. Penelitian mengenai pengukuran kualitas *e-learning* yang dilakukan di Tahun 2021 menerapkan *Framework* PIECES sebagai *framework* dalam evaluasi Sistem Informasi Akademik di Universitas Negeri Surabaya. Metode PIECES digunakan karena memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan metode lainnya. PIECES memiliki enam variable penilaian yang dapat digunakan untuk mengukur kualitas sistem dan kepuasan pengguna. Enam variable pengukuran PIECES antara lain *Performance, Information and Data, Economics, Control and Security, Efficiency*, dan *Service*. Hasil dari pengukuran memperoleh rata-rata nilai variabel diatas 3 yang berarti sistem telah berjalan dengan baik [5].

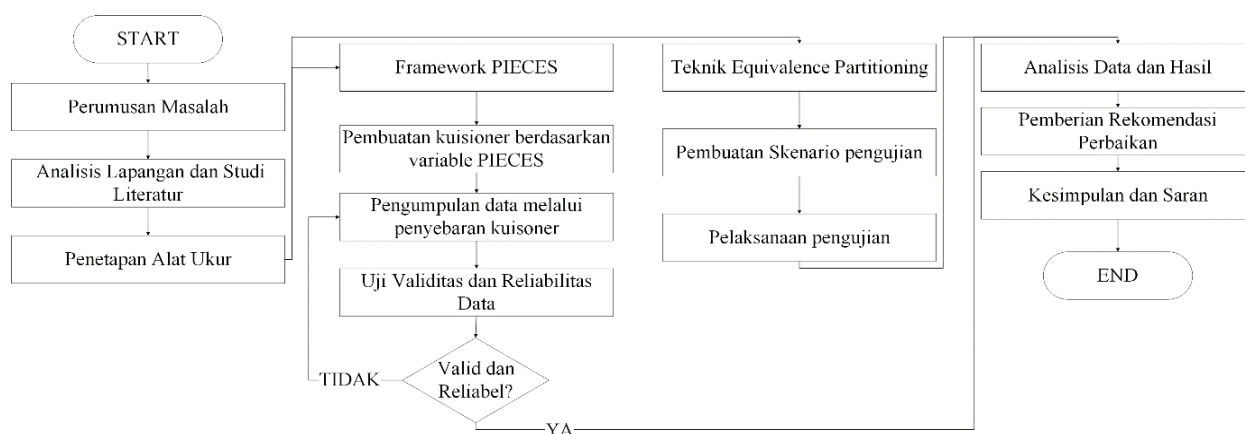
Evaluasi kualitas *e-learning* pada Tahun 2021 membahas mengenai pengujian aplikasi *e-learning* berbasis website menggunakan Teknik *Equivalence Partitioning*. Kualitas dari suatu sistem informasi atau *e-learning* dapat dilihat dari segi fungsionalitas fitur sistem tersebut. Penilaian terhadap *e-learning* mengukur kinerja sistem dan keperluan *user* yang telah sesuai atau yang masih memerlukan peningkatan untuk memudahkan *user*. Teknik *Equivalence Partitioning* digunakan karena sesuai dengan pengujian terhadap sistem *e-learning* dengan melihat *output* yang sesuai dengan skenario yang dibuat dan diinginkan. *Output* pengujian terdiri dari dua kategori yaitu valid dan tidak valid. Hasil dari penelitian kualitas menunjukkan bahwa sistem dari aplikasi *e-learning* telah baik dan layak digunakan sebagai media belajar mengajar secara *online* atau jarak jauh di Institut Teknologi Telkom Surabaya [6].

Penelitian sebelumnya memilih PIECES *Framework* sebagai metode penelitian karena PIECES memiliki enam variable yang dapat digunakan sebagai indikator atau tolok ukur pengukuran kualitas sistem diantaranya adalah variable *Performance, Informations and Data, Economics, Control and Security, Efficiency*, dan *Service*. keenam poin analisa merupakan variable yang digunakan sebagai evaluasi dan analisa sistem informasi sehingga sangat sesuai jika digunakan dalam pengukuran kualitas *e-learning* yang melibatkan keenam indikator tersebut. Penelitian menggabungkan *Framework* PIECES dengan Teknik *Equivalence Partitioning* dalam mengukur kualitas sistem *e-learning*. Teknik *Equivalence Partitioning* merupakan metode pengujian secara *Black Box* tanpa melihat *source code* dan berdasarkan dari tampilan (*interface*) atau antarmuka serta fungsionalitas fitur dari sistem itu sendiri. Tahap pengujian dilakukan terhadap sistem *e-learning* yang telah dibangun untuk memperoleh hasil pendukung dalam pengukuran LMS SMAN 2 Tabanan. Pengujian juga memberikan focus terhadap ketersediaan dan kesesuaian fitur dan fungsionalitas dari *e-learning* sehingga memperoleh hasil atau *output* pengujian fitur valid dan tidak valid. Penggabungan kedua metode menggabungkan antara pengalaman penggunaan *e-learning*

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan dengan menggunakan dua alat pengukuran yang berupa *Framework* analisis dan Teknik menguji sistem. Tampilan dari sistematika alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Gambar 1 merupakan tampilan dari sistematika penelitian. Penelitian diawali dengan melaksanakan analisis lapangan dan observasi. Kemudian dilanjutkan dengan perumusan masalah dan penetapan alat ukur. Alat ukur adalah metode yang digunakan dalam penelitian antara lain adalah *Framework* PIECES dan Teknik *Equivalence Partitioning*, kemudian hasil kuesioner PIECES akan diuji Validitas dan Reliabilitas. Pengujian validitas adalah pengujian dengan tujuan untuk menilai apakah suatu data atau instrument yang digunakan dalam penelitian tersebut bernilai valid atau tidak [7]. Hasil kedua pengukuran tersebut akan dilanjutkan dengan analisis data dan hasil sehingga mendapatkan kesimpulan akhir. Pengumpulan data atau instrument penelitian dilakukan dengan studi literatur, observasi dan penyebaran kuesioner serta pengujian langsung terhadap sistem dan dokumentasi. Pembuatan kuisisioner dan skenario pengujian merupakan tahapan lanjutan setelah menentukan metode penelitian.

2.2 Populasi dan Sampel

Populasi adalah himpunan atau suatu kumpulan secara generalisasi yang terdiri atas subyek atau obyek dengan karakteristik dan kualitas tertentu dan ditetapkan peneliti sehingga dapat dipelajari untuk memperoleh kesimpulan [3]. Populasi yang akan digunakan sebagai sampel adalah siswa dan guru SMAN 2 Tabanan sejumlah 1524. Penelitian menggunakan penentuan jumlah sampel yang dihitung menggunakan rumus Slovin dikarenakan total populasi yang melebihi 100 orang. Perhitungan penentuan jumlah sampel dapat dilihat sebagai berikut.

$$n = \frac{N}{1 + (N \times e^2)} \tag{1}$$

$$n = \frac{N}{1 + (N \times e^2)}$$

$$n = \frac{1524}{1 + (1524 \times (0,1)^2)}$$

$$n = \frac{1524}{1 + (1524 \times 0,01)}$$

$$n = \frac{1524}{1 + 15,24}$$

$$n = \frac{1524}{16,24}$$

$$n = 93,8423$$

Hasil yang didapatkan yaitu 93,8 dapat dibulatkan menjadi 94. Pengambilan sampel responden diakumulasikan menjadi 100, hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam pengolahan data dan untuk hasil pengujian yang lebih baik. Jumlah responden sebanyak 100 orang dianggap sudah representatif karena sudah lebih besar dari batas minimal sampel [8].

2.2 Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data adalah cara atau teknik yang digunakan untuk memperoleh data [9]. Berikut merupakan Teknik pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian.

- a. Observasi
Observasi dilakukan dengan mengumpulkan data dengan mengamati secara langsung objek penelitian.. Salah satu contoh dari observasi langsung adalah melihat bagaimana siswa dapat mengakses dan menggunakan *e-learning*. Hasil observasi yang didapatkan berupa alur dan gambaran umum dari sistem.
- b. Wawancara
Wawancara dilakukan dengan melakukan pengumpulan data dengan cara melakukan tanya jawab terhadap pihak-pihak yang terlibat dan terkait dalam penggunaan sistem *e-learning*. Pihak yang terlibat Adapun merupakan pengelola *e-learning*, dan pengguna yang merupakan guru dan siswa SMAN 2 Tabanan.
- c. Penyebaran Kuisisioner
Kuisisioner merupakan metode pengumpulan data dengan membuat list pertanyaan yang telah disimpulkan dan dibuat secara tertulis untuk diisi oleh responden [10]. Kuisisioner dibuat berdasarkan 6 variabel PIECES beserta indikatornya. Keenam variabel tersebut yaitu dari *Performance* atau Kinerja Sistem, *Information and data* atau Informasi dan Data, *Ekonomiy atau* Ekonomi, *Control and security* atau Kontrol dan Keamanan, *Efficiency* atau Efisiensi, dan *Service* dan Pelayanan. Skala Likert dipilih dikarenakan sesuai untuk melakukan pengukuran pilihan, pendapat ataupun pandangan seseorang atau sekelompok orang tentang suatu situasi ataupun kondisi sosial [11]. Pilihan skor untuk Skala Likert dapat dilihat sebagai berikut.

Table 1. Skala Likert

Pilihan Jawaban	Sangat Tidak Setuju	Tidak Setuju	Cukup Setuju	Setuju	Sangat Setuju
Singkatan	STS	TS	CS	S	ST
Skor	1	2	3	4	5

2.3 Pengujian Data dengan Uji Validitas dan Reliabilitas

Pengujian validitas adalah uji yang berfungsi untuk melihat apakah suatu alat ukur (instrumen) tersebut valid (sah) atau tidak valid. jikai nilai N atau jumlah responden sebanyak 100 maka nilai rTabel yang digunakan sebagai perbandingan adalah 0.195 [7]. Kriteria validasi yang digunakan untuk menguji suatu item pertanyaan dapat dikatakan valid apabila :

- a. Jika nilai korelasi (r hitung) > r tabel, maka data instrumen penelitian valid.
- b. Jika nilai korelasi (r hitung) < r tabel, maka data instrumen penelitian tidak valid.

Uji reliabilitas digunakan untuk mengetahui konsistensi alat ukur, apakah alat pengukur yang digunakan dapat diandalkan dan tetap konsisten jika pengukuran tersebut diulang [12]. Reliabilitas suatu konstruk variabel dikatakan baik

jika memiliki nilai *Alpha Cronbach's* > dari 0.60. Kuesioner dinyatakan reliabel jika mempunyai nilai koefisien alpha yang lebih besar dari 0,6 [5].

2.4 Metode Pengukuran

Metode yang diterapkan dalam analisis ini adalah metode pengukuran dengan PIECES Framework. PIECES Framework adalah alat, kerangka kerja atau metode yang digunakan untuk mengevaluasi suatu sistem informasi berbasis komputer, yang terdiri dari poin-poin penting yang berguna sebagai pedoman/referensi dalam menganalisis sistem [13]. Analisis PIECES termasuk kedalam analisis usability yang merupakan analisis kualitatif. Kerangka dari Framework PIECES dapat dilihat pada berikut.

a. *Performance* (Kinerja Sistem)

Kinerja adalah bagaimana kemampuan sistem untuk menyelesaikan tugas dengan cepat sehingga sasaran dapat segera tercapai. Penilaian Kinerja dapat dilihat dari produksi (*throughput*) dan waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan perintah (*response time*).

b. *Information and Data* (Informasi dan Data)

Informasi dan Data adalah pengukuran terhadap penyajian Informasi dan Data yang termasuk hal penting karena dengan informasi tersebut pihak admin (pengelola) dan pengguna dapat melakukan langkah selanjutnya.

c. *Economy* (Ekonomi)

Analisis ekonomi adalah bagaimana pemanfaatan biaya yang digunakan dari penggunaan sistem informasi. Analisis ekonomi menilai kebutuhan ekonomis yang mempengaruhi pengendalian biaya dan peningkatan manfaat.

d. *Control and Security* (Kontrol dan Keamanan)

Analisis Kontrol dan Keamanan digunakan untuk melakukan perbandingan sistem dan penilaian sistem yang dianalisa berdasarkan pada segi, pengendalian, keamanan dan kerahasiaan data.

e. *Efficiency* (Efisiensi)

Efisiensi merupakan bagaimana kegunaan fitur dari sistem serta apakah sistem dapat digunakan secara optimal.

f. *Service* (Layanan)

Service merupakan bagaimana tingkat pelayanan dari sistem terhadap pengguna yang beragam. Sistem dengan layanan yang baik harus mampu menghasilkan informasi akurat yang dibutuhkan oleh pengguna, sistem yang diterapkan atau digunakan harus mudah dimengerti, dipelajari dan mudah untuk digunakan oleh pengguna, dan sistem harus bersifat fleksibel serta kompatibel [14].

Variabel PIECES memiliki 6 variabel sebanyak 19 indikator didalamnya yang akan menjadi variabel dan indikator dalam penelitian. Metode PIECES sangat direkomendasikan untuk digunakan sebagai tolok ukur pengukuran kualitas sistem dan kepuasan pengguna. Indikator dari variabel pengukuran dapat dilihat pada tabel berikut [14].

Table 2. Variabel dan Indikator PIECES

Variabel	Indikator	Definisi Operasional
Performance	Throughput	Banyaknya <i>output</i> yang dihasilkan sistem dalam rentang waktu tertentu.
	Respon Time	Kecepatan atau waktu yang dibutuhkan sistem untuk merespon perintah.
	Konsistensi	Keselarasan sistem dalam penggunaan desain dan Teknik dokumentasi serta pemberian informasi.
	Audibilitas	Relevansi kinerja sistem dengan standar fitur yang ditentukan.
	Interface	Kemudahan dalam memahami <i>interface</i> atau antarmuka sistem.
Information dan Data	Kelengkapan	Kelengkapan fitur pada sistem.
	Relevansi Informasi	Kesesuaian kebutuhan pengguna terhadap informasi yang diberikan dan dihasilkan.
	Akurasi	Kesesuaian proses komputasi pada sistem terhadap informasi yang dihasilkan.
Economics	Penyajian Informasi	Kesesuaian kebutuhan pengguna terhadap informasi yang disajikan
	Fleksibilitas Data	Kemudahan dalam mengakses suatu data yang digunakan.
	Reusabilitas	Banyak sedikitnya program yang dapat digunakan kembali pada <i>device</i> yang lain.
Control and Security	Efisiensi Sumber Daya	Kebutuhan pengembangan dan penggunaan sistem dapat menghemat sumber daya.
	Integritas	Terdapat kepemilikan batasan hak akses terhadap pengguna dan admin terhadap program tertentu.
Efficiency	Keamanan	Keamanan data dan Informasi yang tersedia atau dimasukan kedalam sistem.
	Usabilitas	Kemudahan Operasional pengguna saat mempelajari dan mengoperasikan sistem
	Maintanabilitas	Kemudahan pengguna dalam mengatasi <i>error</i> yang pada sistem.

Service	Akurasi	Ketepatan dan kesesuaian layanan yang diberikan sistem.
	Reliabilitas	Kepercayaan terhadap hasil <i>output</i> dan kinerja fitur.
	Kesederhanaan	Kemudahan pengguna mengenai pemahaman penggunaan sistem.

Pengukuran kualitas *e-learning* diukur menggunakan perhitungan rata-rata hasil responden dari metode PIECES. Sehingga untuk mendapatkan rata-rata tingkat kepuasan menurut metode Likert dalam Nazir menggunakan rumus berikut.

$$RK = \frac{JSK}{JK} \quad (2)$$

Keterangan:

RK = Rata-Rata Tingkat Kepuasan

JSK = Jumlah Skor Kuesioner

JK = Jumlah Kuesioner

Penentuan tingkat kepuasan dapat menggunakan beberapa kategori yang dinyatakan oleh Kaplan dan Norton. Kategori tingkat kepuasan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut. [14].

Table 3. Rentang Nilai dan Tingkat Kepuasan

Rentang Nilai	Kategori
1 – 1.79	Sangat Tidak Baik
1.8 – 2.59	Tidak Baik
2.6 – 3.39	Cukup
3.4 – 4.19	Baik
4.2 - 5	Sangat Baik

2.5 Metode Pengujian

Pengujian *Black Box* adalah pengujian yang dilakukan guna memvalidasi hasil eksekusi aplikasi berdasarkan skenario *input* yang diberikan untuk menilai fungsionalitas sistem tersebut sudah sesuai dengan persyaratan. *Equivalence Partitioning* menguji berdasarkan input data terhadap setiap fitur atau menu dengan *output* valid atau tidak. [15]. Pengujian dilanjutkan dengan menggunakan Pingdom Tools. Pingdom Website *Speed Test* merupakan alat yang digunakan untuk menguji kecepatan *loading* dan kecepatan akses suatu website. Pingdom dapat digunakan secara online gratis untuk menguji kinerja sistem. Hasil pengujian Pingdom berupa analisis secara umum sistem yang terdiri dari *load time*, *page size*, detail struktur website, dan total number *http request*[16]. Hasil dari pengujian *Equivalence Partitioning* dan Pingdom merupakan dokumentasi yang menunjukkan bukti pengujian [17]. Tingkat efektivitas fitur sebagai hasil kesesuaian sistem *e-learning* yang diuji dengan hasil pengujian dapat diperoleh dengan menggunakan rumus presentase efektivitas menurut Dean J Champion [18]. Ketentuan kriteria penilaian menghitung persentase hasil dari perbandingan antara penjumlahan kriteria pengujian task skenario yang berhasil dengan jumlah keseluruhan task skenario. Rumus efektivitas kesesuaian pengujian dapat dilihat sebagai berikut.

$$\%Efektivitas = \frac{Jumlah\ Task\ Berhasil}{Jumlah\ Seluruh\ Task\ Skenario} \times 100\% \quad (3)$$

Efektivitas merupakan hasil presentase efektivitas atau kesesuaian hasil pengujian dengan hasil yang diharapkan. Jumlah task berhasil adalah jumlah skenario yang berhasil dilakukan. Jumlah seluruh task skenario merupakan total dari task skenario yang ada [18].

Table 4. Kriteria Kesesuaian Pengujian Task Skenario

No	Presentase	Keterangan
1	0% - 25%	Tidak Sesuai
2	25% - 50%	Kurang Sesuai
3	50% - 75%	Cukup Sesuai
4	75% - 100%	Sangat Sesuai

Tabel 4 merupakan tabel presentase hasil kesesuaian pengujian task skenario. Hasil pengujian didapatkan dengan menjumlahkan total keberhasilan pengujian dengan total jumlah pengujian. Pengujian dapat dikatakan sesuai jika hasil presentase diatas 75%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas

Pengujian Validitas dan Reliabilitas dilakukan dengan menggunakan bantuan tools SPSS versi 26 dengan tingkat signifikansi 0,05. Nilai rTabel diperoleh dengan menggunakan rumus perhitungan derajat kebebasan (dk) = n-2 dengan nilai n adalah 100, maka nilai rTabel yang digunakan sebesar 0,195. Nilai rHitung lebih besar dibanding rTabel maka item

soal bersangkutan dinyatakan valid, dan sebaliknya nilai rHitung lebih kecil dibanding rTabel maka item soal bersangkutan dinyatakan tidak valid. Hasil uji validitas dengan *tools* SPSS memperoleh hasil bahwa dari 28 pertanyaan pada kuesioner memperoleh nilai rTabel diatas 0,195 dengan keseluruhan hasil Valid, dan tidak ditemukan pertanyaan yang tidak valid.

Uji reliabilitas dilakukan dengan menguji setiap item pertanyaan yang terdapat pada kuesioner dinyatakan menggunakan metode *Alpha Cronbach*, jika nilai *Cronbach Alpha* lebih besar dari 0,60 maka data tiap item pertanyaan penelitian reliabel atau konsisten. Nilai Alpha lebih kecil dari 0,60, maka item pertanyaan penelitian tidak reliabel atau konsisten. Hasil Uji Reliabilitas terhadap 28 item pertanyaan pada kuesioner PIECES memperoleh hasil. *Alpha Cronbach* diatas 0,60 menyatakan bahwa keseluruhan item pertanyaan bernilai Reliabel.

3.2 Perhitungan dan Analisis Data

Hasil kuesioner dianalisis dan dihitung berdasarkan rumus metode PIECES Framework dan dihitung menggunakan skala likert. Pengukuran tingkat kualitas *e-learning* menggunakan kuesioner berdasarkan variabel PIECES dilanjutkan dengan tahap pengolahan dan perhitungan hasil dari pembobotan jawaban kuesioner. Hasil dari perhitungan ini akan menjadi acuan dari pengukuran kualitas sistem dari 6 variabel dan 19 indikator. Perhitungan secara lengkap mengenai hasil pembobotan jawaban dapat dilihat sebagai berikut.

3.2.1 Variabel Performance

Hasil pengolahan dan perhitungan data dari Variabel *Performance* dapat dilihat pada Tabel 5.

Table 5. Hasil Variabel *Performance*

No	Pertanyaan	Responden				
		SS	S	CS	TS	STS
1	Hasil <i>outuput</i> dari mengklik salah satu fitur atau menu pada <i>e-learning</i> sesuai dengan judul menu yang diklik oleh pengguna. Contoh: Mengklik menu <i>site home</i> akan menampilkan menu <i>course</i> yang terdiri dari KBM Online	9	67	22	2	0
2	Masing-masing menu KBM Online yang tersedia pada <i>e-learning</i> memiliki fitur <i>activity</i> yang dapat digunakan untuk menampilkan materi, bahan ajar, absensi maupun aktivitas pembelajaran lain dari setiap kelas.	16	64	19	0	1
3	Jika <i>e-learning</i> digunakan secara bersamaan oleh para siswa, kinerja sistem tetap berjalan stabil. Contoh : seluruh siswa Kelas XI MIPA 1 membuka video yang tersedia pada KBM untuk dipelajari di kelas secara bersamaan.	2	28	46	20	4
4	<i>E-learning</i> dapat dengan cepat merespon suatu perintah pembatalan maupun permintaan. Contoh: Pembatalan pengiriman tugas	5	29	44	19	3
5	<i>E-learning</i> dapat mengoperasikan sejumlah perintah dalam waktu yang relatif singkat, tanpa mengalami hambatan. Contoh: seberapa cepat waktu yang diperlukan saat membuka menu KBM dan melihat materi	9	33	37	19	2
6	Menu dan navigasi yang disediakan <i>e-learning</i> dapat dimengerti dan dijalankan dengan mudah. Contoh: Tata letak penyusunan menu pada KBM Online masing-masing kelas dan guru mudah dimengerti dan ditemukan.	9	55	28	6	2
7	<i>E-learning</i> memiliki tampilan yang menarik pada setiap menunya.	13	43	35	8	1
8	<i>E-learning</i> memiliki fitur yang lengkap untuk menunjang kegiatan belajar mengajar. Contoh: Adanya fitur <i>activity</i> , <i>attendance</i> /absensi, pengumuman, pengumpulan tugas, <i>upload</i> video, melihat materi dan lainnya.	6	29	47	16	2
9	<i>Output</i> yang dihasilkan <i>e-learning</i> mempunyai tampilan yang sama (konsisten). Contoh: Menu KBM masing-masing kelas memiliki tampilan dan susunan yang sama.	6	58	36	0	0

$$RK = \frac{(75*5)+(406*4)+(314*3)+(90*2)+(15*1)}{9*100}$$

$$RK = \frac{3136}{900} = 3,48$$

Hasil perhitungan pada variable ini memperoleh hasil dengan nilai 3,48. Hasil berdasarkan Tabel tingkat pengukuran kualitas dan kepuasan pengguna menurut Kaplan dan Norton nilai 3,48 termasuk kedalam kategori **Baik**.

3.2.2 Variabel Information and Data

Hasil pengolahan dan perhitungan data dari Variabel *Information and Data* dapat dilihat pada Tabel 6.

Table 6. Hasil Variabel *Information and Data*

No	Pertanyaan	Responden				
		SS	S	CS	TS	STS

1	Menu-menu pada <i>e-learning</i> memiliki kecepatan akses yang tinggi dalam menyajikan informasi. Contoh: <i>e-learning</i> memiliki kecepatan yang baik saat membuka materi pada <i>link</i> yang disajikan.	8	38	37	16	1
2	Fitur dan <i>content</i> dari Kelas Belajar Mengajar menyajikan informasi sesuai dengan kebutuhan. Contoh: <i>Content</i> dari KBM X menyajikan list Guru dan Mata Pelajaran di Kelas 10.	6	58	33	2	1
3	Informasi yang disajikan fitur <i>e-learning</i> sesuai dengan judul fitur atau menu terkait dan mudah dimengerti. Contoh: Fitur <i>announcement</i> dan <i>Topic</i> dari KBM XI menyajikan informasi untuk Kelas XI yang dapat dengan mudah dimengerti.	9	58	30	1	2
4	Kemudahan mengakses data yang diperlukan dalam pembelajaran. Contoh: Data seperti <i>link</i> video youtube dan bahan ajar pada <i>e-learning</i> mudah diakses dan digunakan sesuai kebutuhan.	6	29	44	18	3

$$RK = \frac{(29*5)+(138*4)+(144*3)+(37*2)+(7*1)}{4*100}$$

$$RK = \frac{1390}{400} = 3,47$$

Hasil berdasarkan Tabel tingkat pengukuran kualitas dan kepuasan pengguna menurut Kaplan dan Norton nilai 3,47 termasuk kedalam kategori **Baik**.

3.2.3 Variabel Economy

Hasil pengolahan dan perhitungan data dari Variabel *Economy* dapat dilihat pada Tabel 7.

Table 7. Hasil Variabel *Economy*

No	Pertanyaan	Responden				
		SS	S	CS	TS	STS
1	<i>E-learning</i> dapat mengurangi biaya siswa dalam kepentingan pembelajaran karna dapat digunakan berulang kali. Contoh: Penggunaan <i>e-learning</i> sebagai media pengumpulan tugas dapat mengurangi biaya penggunaan kertas.	20	38	37	5	0
2	Kualitas tampilan, informasi dan kegunaan yang diberikan <i>e-learning</i> sesuai dengan biaya yang dikeluarkan. Contoh: penggunaan biaya internet sesuai dengan kecepatan dalam mengakses informasi pada <i>e-learning</i> .	9	52	33	4	2
3	<i>E-learning</i> menghemat biaya operasional sekolah dan siswa. Contoh: Meminimalisir pembelian buku bahan ajar dikarenakan dapat diakses melalui e-book atau <i>link</i> yang disediakan pada <i>e-learning</i> .	15	49	30	6	0
4	Penggunaan data internet untuk mengakses <i>e-learning</i> terbilang murah.	12	52	27	6	3

$$RK = \frac{(56*5)+(764*4)+(381*3)+(42*2)+(5*1)}{4*100}$$

$$RK = \frac{1472}{400} = 3,68$$

Hasil perhitungan pada variable ini memperoleh hasil dengan nilai 3,68. Hasil berdasarkan Tabel tingkat pengukuran kualitas dan kepuasan pengguna menurut Kaplan dan Norton nilai 3,68 termasuk kedalam kategori **Baik**.

3.2.4 Variabel Control and Security

Hasil pengolahan dan perhitungan data dari Variabel *Control and Security* dapat dilihat pada Tabel 8.

Table 8. Hasil Variabel *Control and Security*

No	Pertanyaan	Responden				
		SS	S	CS	TS	STS
1	<i>E-learning</i> memiliki batasan hak akses yang berbeda antara siswa dan guru. Contoh: Siswa dapat mengakses materi pembelajaran, menginput tugas dan absen dan lainnya, sedangkan guru dapat menginput bahan ajar, menerima dan memeriksa tugas serta absensi dan lainnya.	15	53	30	2	0
2	Data masing-masing siswa dan guru yang ada pada <i>e-learning</i> terjamin kerahasiaannya. Contoh: kerahasiaan <i>password</i> dan data pribadi maupun diskusi dalam forum terjamin.	17	48	31	2	2
3	Bentuk pengamanan yang terdapat pada <i>e-learning</i> sudah dapat menjaga data atau informasi dari berbagai bentuk kecurangan atau kejahatan.	12	47	34	6	1

$$RK = \frac{(44*5)+(148*4)+(95*3)+(10*2)+(3*1)}{3*100}$$

$$RK = \frac{1120}{300} = 3,73$$

Hasil perhitungan pada variable ini memperoleh hasil dengan nilai 3,73. Hasil berdasarkan Tabel tingkat pengukuran kualitas dan kepuasan pengguna menurut Kaplan dan Norton nilai 3,73 termasuk kedalam kategori **Baik**.

3.2.5 Variabel Efficiency

Hasil pengolahan dan perhitungan data dari Variabel *Efficiency* dapat dilihat pada Tabel 9.

Table 9. Hasil Variabel *Efficiency*

No	Pertanyaan	Responden				
		SS	S	CS	TS	STS
1	<i>E-learning</i> memberikan keuntungan dari segi kemudahan bagi siswa dan guru. Contoh: memudahkan diskusi jika guru tidak dapat mengajar, pembelajaran dan pengiriman tugas menjadi lebih mudah bagi siswa dan guru.	7	34	42	14	3
2	<i>E-learning</i> membuat proses belajar mengajar menjadi lebih efisien. Contoh: Pemberian materi, diskusi yang dapat dilakukan dalam forum diskusi pada <i>e-learning</i> , dan terdapat pemberitahuan tugas atau materi baru.	8	30	45	15	2
3	<i>E-learning</i> dapat digunakan pada seluruh proses belajar mengajar siswa dan guru. Pengguna dapat dengan mudah memperbaiki pengiriman data. Contoh:	6	32	49	12	1
4	Penanganan atau penginputan ulang seperti tugas dan absensi saat terjadi kesalahan input.	8	45	40	6	1

$$RK = \frac{(29*5)+(141*4)+(176*3)+(47*2)+(7*1)}{4*100}$$

$$RK = \frac{1338}{400} = 3,34$$

Hasil perhitungan pada variable ini memperoleh hasil dengan nilai 3,34. Hasil berdasarkan Tabel tingkat pengukuran kualitas dan kepuasan pengguna menurut Kaplan dan Norton nilai 3,88 termasuk kedalam kategori **Cukup**.

3.2.6 Variabel Service

Hasil pengolahan dan perhitungan data dari Variabel *Service* dapat dilihat pada Tabel 10.

Table 10. Hasil Variabel *Service*

No	Pertanyaan	Responden				
		SS	S	CS	TS	STS
1	Pelayanan yang diberikan fitur <i>e-learning</i> dapat memberi kepuasan terhadap pengguna. Contoh: fitur pemberian <i>topic</i> pada <i>course</i> KBM memberikan layanan berupa aktivitas pembelajaran yang sesuai dengan kegiatan pembelajaran di sekolah.	7	56	33	4	0
2	Fitur <i>activity</i> dan topik yang disajikan memberikan informasi yang dapat diandalkan dan terpercaya. Contoh: Fitur <i>activity</i> menyajikan materi dan <i>link</i> bahan ajar terpercaya dari guru mata pelajaran terkait.	4	63	30	3	0
3	Fitur dan menu pada <i>e-learning</i> dapat dipelajari, dipahami dan digunakan dengan mudah.	13	54	30	3	0
4	Informasi pada setiap fitur <i>e-learning</i> dapat dipahami dan diakses dengan mudah. Contoh: Terdapat informasi <i>deadline</i> pengumpulan tugas pada fitur <i>notifikasi</i> di <i>timeline e-learning</i> yang dapat dilihat dengan mudah.	14	52	26	2	6

$$RK = \frac{(38*5)+(225*4)+(119*3)+(12*2)+(6*1)}{4*100}$$

$$RK = \frac{1477}{400} = 3,69$$

Hasil perhitungan pada variable ini memperoleh hasil dengan nilai 3,69. Hasil berdasarkan Tabel tingkat pengukuran kualitas dan kepuasan pengguna menurut Kaplan dan Norton nilai 3,69 termasuk kedalam kategori Baik.

3.3 Pengujian Teknik Equivalence Partitioning

Pengujian dilakukan terhadap beberapa menu dan inputan yang ada di sistem *e-learning* SMA N 2 Tabanan. Pengujian perlu dilakukan langsung terhadap sistem untuk melihat dan menilai fungsionalitas sistem. Pengujian memberikan gambaran terhadap sistem dan dapat mempelajari isi dari sistem secara menyeluruh, sehingga dapat memberikan rekomendasi yang sesuai.

Table 11. Hasil Pengujian *Equivalence Partitioning*

No	Pengujian	Jumlah Task Skenario	Keterangan
1	Pengujian Task Skenario <i>Login</i>	5	Valid
2	Pengujian Task Skenario Mengakses Kelas Belajar Mengajar	5	Valid
3	Pengujian Task Skenario Input Private File	3	Valid
4	Pengujian Task Skenario Input Tugas (<i>Assignment</i>)	3	Valid
5	Pengujian Task Skenario Melakukan Absensi	4	Valid
6	Pengujian Task Skenario Melakukan Absensi (<i>Attendance</i>)	3	Valid
7	Pengujian Task Skenario Fitur Calendar	2	Valid
8	Pengujian Task Skenario Membuat <i>Announcements</i>	2	Valid
9	Pengujian Task Skenario Membuat Activity pada Topic	5	Valid
10	Pengujian Task Skenario Membuat Form Absensi	1	Valid

Perhitungan efektivitas digunakan untuk menghitung kesesuaian hasil dari pengujian skenario dengan hasil yang diharapkan. Perhitungan efektivitas dapat dilihat sebagai berikut.

$$\%Efektivitas = \frac{Jumlah\ Task\ Berhasil}{Jumlah\ Seluruh\ Task\ Skenario} \times 100\%$$

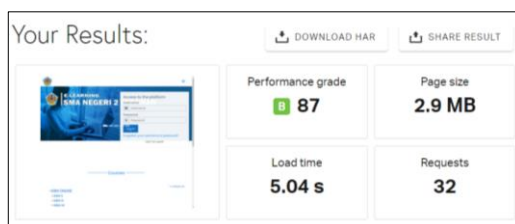
$$\%Efektivitas = \frac{33}{33} \times 100\%$$

$$\%Efektivitas = 100 \text{ (Sangat Sesuai)}$$

Berdasarkan hasil perhitungan presentase efektivitas kesesuaian dari pengujian *Equivalence Partitioning*, didapatkan hasil efektivitas sebesar 100%. Hasil tersebut membuktikan bahwa keseluruhan pengujian kegunaan atau fitur dari sistem yang berjalan sudah efektif dan sesuai dengan skenario yang dibuat.

3.4 Pengujian dengan Pingdom Tools

Pengujian menggunakan tools Pingdom juga dilakukan untuk mengukur kinerja dari sistem *e-learning*. Berikut hasil pengujian Pingdom *tools*.



Gambar 2. Hasil Pengujian *Performance* dengan Pingdom *Tools*

Hasil menunjukkan *performance grade* berada pada nilai 87 dengan nilai B dimana hasil tersebut sudah termasuk baik. *Load Time* atau waktu memuat suatu halaman menunjukkan masih diatas 5 detik yang menunjukkan *respon time* dari *e-learning* belum maksimal [19]. *Response time* mengacu pada seberapa cepat suatu sistem/aplikasi dapat merespon suatu aksi. Misalnya, halaman Web harus bisa tampil kurang dari lima detik [19]. *Page size* sebesar 2,9 MB dengan request sebanyak 32.

3.5 Hasil Analisis dan Pembahasan

- Pengukuran *Framework* PIECES memperoleh hasil pengukuran dengan rata-rata diatas 3,0. Rentang nilai antara 3,09 dengan kategori Cukup hingga 3,88 dengan kategori indikator mencapai hasil Baik.
- Equivalence Partitioning* dilakukan dengan 10 pengujian dan 33 skenario didalamnya. Hasil pengujian 33 skenario memperoleh hasil kesesuaian pengujian 100% dengan keterangan Sangat Sesuai.
- Pengujian Pingdom tools mendukung hasil dari *Framework* PIECES. Indikator *performance* memperoleh hasil 87 dengan *grade baik*. Hasil Pingdom tools dari indikator *load time* memperoleh waktu kecepatan sebesar 5,04 Sekon mendukung hasil pengukuran PIECES pada indikator *respon time* dan *throughput* dengan kategori Cukup.
- Equivalence Partitioning* dilakukan untuk menguji fungsionalitas secara menyeluruh. Hasil pengujian dilakukan terpisah untuk membandingkan hasil pengukuran dengan kuesioner PIECES *Framework*. Pengujian memberikan gambaran terhadap sistem dan dapat mempelajari isi dari sistem secara menyeluruh, sehingga dapat memberikan rekomendasi yang sesuai. Hasil menunjukkan bahwa pengujian *Equivalence Partitioning* sesuai dengan hasil pengukuran dari indikator dan variabel PIECES secara menyeluruh terutama pada bagian fungsionalitas sistem.
- Variabel PIECES yang memperoleh nilai dibawah 3,40 adalah variabel *Efficiency* sehingga akan diberikan rekomendasi peningkatan. Indikator PIECES yang memperoleh nilai dibawah 3,40 akan diberikan rekomendasi peningkatan. Hasil dari indikator yang memerlukan rekomendasi adalah sebagai berikut.

Table 12. Indikator Prioritas Rekomendasi

No	Indikator	Hasil	Keterangan
1	Respon Time	3,09	Cukup
2	Throughput	3,28	Cukup
3	Kelengkapan	3,21	Cukup
4	Penyajian Informasi	3,36	Cukup
5	Fleksibilitas Data	3,17	Cukup
6	Usabilitas	3,28	Cukup

3.6 Rekomendasi Peningkatan

Rekomendasi diberikan berdasarkan kekurangan dari masing-masing indikator dan dari validasi staff IT Pengelola LMS SMAN 2 Tabanan serta beberapa acuan dalam jurnal terkait. Rekomendasi indikator *Respon time* dan *throughput* secara singkat antara lain adalah menambah *Bandwidth*, menambahkan *access point* di setiap kelas, memperkecil resolusi gambar ataupun video, menempatkan router di tempat terbuka, memperbaiki router, *gateway*, dan perangkat ke standar Wi-Fi 6 terbaru, mengelola *cache* secara rutin dan menginstal Moodle pada VPS. Rekomendasi indikator kelengkapan dapat dilakukan dengan menambah plug in *Kaltura Video Package*. Guru dapat menggunggah video secara langsung dan siswa juga dapat langsung menonton atau mendownload video tersebut. Rekomendasi indikator penyajian informasi antara lain menyediakan informasi yang lengkap, tepat, dan *up to date*, meningkatkan kredibilitas Informasi dan pelatihan penyajian informasi kepada para guru. Rekomendasi indikator fleksibilitas data yang dapat disarankan yaitu kemudahan dalam mengakses data bergantung pada kecepatan akses dari sistem *e-learning* sehingga sangat diperlukan dalam meningkatkan *Bandwidth*. Dapat pula dengan memanfaatkan fitur untuk mendownload maupun menonton video menggunakan browser dan memperkecil resolusi file.

Rekomendasi Variabel *Efficiency* dan Indikator Usabilitas dan Variabel Efisiensi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu engoptimalan Fitur Grup dan Diskusi, Fitur grup sudah terdapat pada LMS Moodle namun belum digunakan dengan baik oleh para guru dan siswa. Penyuluhan dapat diberikan terkait dengan penggunaan grup atau forum ini sehingga penggunaanya dapat lebih optimal. Penambahan *plugin* telegram untuk forum dan notifikasi dari setiap aktifitas. *Plugin* telegram berguna untuk mengaktifkan diskusi melalui telegram dan mendapatkan notifikasi langsung melalui *smartphone*. *Plugin* ini berguna agar siswa mendapatkan peringatan di ponselnya serta diskusi melalui telegram.

4. KESIMPULAN

Pengukuran kualitas LMS SMA Negeri 2 Tabanan menggunakan Framework PIECES dan Teknik *Equivalence Partitioning* untuk menilai tingkat kualitas sistem setelah diimplementasi dan kepuasan dari para pengguna yaitu siswa dan guru SMA Negeri 2 Tabanan. Hasil pengukuran dengan menghitung rata-rata tingkat kualitas dari tiap indikator dan variabel. Hasil dari masing-masing variabel yaitu variabel *Performance* memperoleh hasil 3,48 dengan kategori Baik, *Information and data* memperoleh hasil 3,47 dengan kategori Baik, variabel *Economy* memperoleh hasil 3,68 dengan kategori Baik, variabel *Control and Security* memperoleh hasil 3,73 dengan kategori Baik, variabel *Efficiency* memperoleh hasil 3,34 dengan kategori Cukup, dan variabel *service* memperoleh hasil 3,69 dengan kategori Baik. Keseluruhan variabel memperoleh hasil dengan rentang nilai dengan kategori Cukup dan Baik. Pengujian *e-learning* menggunakan Teknik *Equivalence Partitioning* dilakukan dengan menguji skenario sebanyak 10 kegiatan dengan total 33 skenario. Efektivitas dari hasil kesesuaian pengujian dengan hasil yang diharapkan memperoleh persentase sebesar 100% telah sesuai. Hasil pengujian dengan *Pingdom tools* menunjukkan nilai *performance* sebesar 87 dan sudah termasuk pada grade Baik. Rekomendasi peningkatan diberikan terhadap hasil kualitas yang memperoleh nilai dibawah 3,40 yang termasuk kedalam kategori cukup yaitu Variabel *Efficiency*. Rekomendasi diberikan berdasarkan validasi kekurangan dari masing-masing indikator oleh staff IT SMAN 2 Tabanan dan jurnal terkait.

REFERENCES

- [1] N. E. Sari, Rizkyta Yolanda, "Analisis Kepuasan Pengguna Google Classroom Menggunakan PIECES Framework (Studi Kasus: Prodi Sistem Informasi UIN Jakarta)," *J. Nas. Inform. dan Teknol.*, vol. 5, no. 2, pp. 308–313, 2021.
- [2] K. Sara, F. L. Witi, and Anastasia Mude, "Implementasi E-Learning Berbasis Moodle di Masa Pandemi Covid 19," *J. Adm. Educ. Manag.*, vol. 3, no. 2, pp. 181–189, 2020.
- [3] P. L. Lokapitarsi Belluano, I. Indrawati, H. Harlinda, F. A. . Tuasamu, and D. Lantara, "Analisis Tingkat Kepuasan Pengguna Sistem Informasi Perpustakaan Menggunakan Pieces Framework," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 11, no. 2, pp. 118–128, 2019, doi: 10.33096/ilkom.v11i2.398.118-128.
- [4] A. V. E. Reynata, "Penerapan Youtube Sebagai Media Baru Dalam Komunikasi Massa," ... *J. Ilm. Ilmu Komun.*, 2022, [Online]. Available: <https://komunikologi.esaunggul.ac.id/index.php/KM/article/view/514%0Ahttps://komunikologi.esaunggul.ac.id/index.php/KM/article/download/514/254>.
- [5] Nanda Kinanti Amelia Putri and A. D. Indriyanti, "Penerapan PIECES Framework sebagai Evaluasi Tingkat Kepuasan Mahasiswa terhadap Penggunaan Sistem Informasi Akademik Terpadu (SIKADU) pada Universitas Negeri Surabaya," *J. Emerg. Inf. Syst. Bus. Intell.*, vol. 02, no. 01, pp. 78–84, 2021, [Online]. Available: <https://siakadu.unesa.ac.id>.
- [6] A. Amalia, S. W. Putri Hamidah, and T. Kristanto, "Pengujian Black Box Menggunakan Teknik Equivalence Partitions Pada

- Aplikasi E-Learning Berbasis Web,” *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 3, no. 3, pp. 269–274, 2021, doi: 10.47065/bits.v3i3.1062.
- [7] F. Yusup, “Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penelitian Kuantitatif,” *J. Tarb. J. Ilm. Kependidikan*, vol. 7, no. 1, pp. 17–23, 2018, doi: 10.21831/jorpres.v13i1.12884.
- [8] I. Dwi and W. Suryono, “ANALISIS KUALITAS PELAYANAN DENGAN METODA IMPORTANCE PERFORMANCE ANALYSIS (IPA) PADA BUS TRANSJAKARTA,” pp. 1–20, 2020.
- [9] T. D. Y. Syahputri, D. P. Githa, and I. P. A. E. Pratama, “E-Readiness of Integrated Information Systems Using STOPE Framework in Udayana University,” *J. Ilm. Merpati (Menara Penelit. Akad. Teknol. Informasi)*, vol. 9, no. 1, p. 13, 2021, doi: 10.24843/jim.2021.v09.i01.p02.
- [10] I Made Sukarsa *et al.*, “Evaluation of E-Government Maturity Models in Sub-District Public Services in Indonesia Using the SPBE Framework,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 4, no. 2, pp. 243–253, 2020, doi: 10.29207/resti.v4i2.1825.
- [11] R. Muliandah and C. Budihartanti, “Analisa Pemanfaatan e-Puskesmas di Loker Pendaftaran pada Puskesmas Kecamatan Pademangan dengan Metode PIECES,” *J. Comput. Sci. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 17–29, 2020, doi: 10.36596/jcse.v1i1.22.
- [12] D. W. T. Putra, H. Bulkis, P. Mandarani, and A. Syahrani, “Metode Pieces Dalam Mengukur Tingkat Kepuasan Pengguna Portal Akademik,” *J. Sains dan Teknol. J. Keilmuan dan Apl. Teknol. Ind.*, vol. 21, no. 1, p. 50, 2021, doi: 10.36275/stsp.v21i1.360.
- [13] A. A. A. Putra, A. Anshary, and P. N. Rosanti, “Analysis of Satisfaction User Integrated Hindu System with Pieces Framework Method in Central Sulawesi,” *Int. J. Grad. Res. Rev.*, vol. 6, no. 3, pp. 124–130, 2020, [Online]. Available: http://ijgrr.org/vol_6/Putra_et_al_6.3.pdf.
- [14] W. B. Wahyu, I. M. Candiasa, and S. Sariyasa, “Evaluasi Sistem Informasi Dosen pada ITB Stikom Bali Menggunakan Metode PIECES (Performance Information Economics Control Efficiency and Service),” *J. Nas. Pendidik. Tek. Inform.*, vol. 10, no. 3, p. 123, 2021, doi: 10.23887/janapati.v10i3.34973.
- [15] R. Pramudita, “Pengujian Black Box pada Aplikasi Ecampus Menggunakan Metode Equivalence Partitioning,” *INFORMATICS Educ. Prof. J. Informatics*, vol. 4, no. 2, p. 193, 2020, doi: 10.51211/itbi.v4i2.1347.
- [16] Suliman, “Analisis Performa Website Universitas Teuku Umar Dan Universitas Samudera Menggunakan Pingdom Tools Dan Gtmetrix,” *Simkom*, vol. 5, no. 1, pp. 24–32, 2020, doi: 10.51717/simkom.v5i1.47.
- [17] S. S. Husna, M. Fadli, and D. Hajar, “Rancang Bangun Sistem Pemesanan Tiket Bus Berbasis Mobile Dengan Metode PIECES,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 2, no. 3, pp. 611–620, 2018, doi: 10.29207/resti.v2i3.507.
- [18] M. A. A. M. dan Camelia Verahastuti, “Audit Manajemen Atas Pengelolaan Piutang Usaha Pada Pt. Pelabuhan Indonesia Iv (Persero) Cabang Samarinda,” *Dedikasi*, vol. 21, no. 2, p. 15, 2020, doi: 10.31293/ddk.v21i2.5001.
- [19] M. Arman, “Analisa Kinerja Web Server E-learning Menggunakan Apache Benchmark dan Httpperf,” *J. Integr.*, vol. 8, no. 2, pp. 93–100, 2016, [Online]. Available: <https://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JI/article/view/35>.