

E-Learning Berbasis Project Based Learning (PjBL) Sebagai Penguatan Ekosistem Pembelajaran

Hamim Tohari^{*1}, Hedi Pandowo²

Akuntansi Sektor Publik, Akuntansi Perpajakan/ Akuntansi, Politeknik Negeri Madiun

Email: *1htohari@pnm.ac.id, 2hedipandowo@pnm.ac.id

(Naskah masuk: 01 Februari 2025, diterima untuk diterbitkan: 13 Oktober 2025)

Abstrak: Teknologi informasi terus berkembang dengan pesat dari masa ke masa. Fenomena tersebut telah mengakibatkan terjadinya pergeseran paradigma dalam proses pembelajaran pada Abad-21, dari pengajaran menjadi pembelajaran. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tingkat pencapaian dalam proses pembelajaran, beberapa faktor tersebut antara lain yaitu media pembelajaran, model pembelajaran, sumber belajar, dan lain sebagainya. Salah satu model pembelajaran yang tepat untuk digunakan dalam pembelajaran (praktikum) yaitu model pembelajaran Project Based Learning (PjBL). Pelaksanaan pembelajaran mata kuliah praktikum di Program Studi Akuntansi Perpajakan Politeknik Negeri Madiun belum dikelola dengan media (pembelajaran) tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk membangun media pembelajaran digital berupa E-learning sebagai ekosistem pembelajaran berbasis PjBL, yang kemudian dilakukan penilaian terhadap kelayakan E-learning tersebut. Perancangan sistem E-learning menggunakan metode Prototype, dengan alat bantu pemodelan Unified Modeling Language (UML). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa alur sistem E-learning berbasis PjBL telah sesuai dengan analisis kebutuhan sistem, dan kelayakan aplikasi E-learning berbasis PjBL dapat dinyatakan layak sebagai media penguatan ekosistem pembelajaran digital.

Kata Kunci – e-learning; prototipe; pembelajaran; PjBL; UML

The E-Learning Based on Project Based Learning (PjBL) as a Strengthening of the Digital Learning Ecosystem

Abstract: The information technology continues to develop rapidly over time. This phenomenon has resulted in a paradigm shift in the learning process in the 21st century, from teaching to learning. There are several factors that can affect the level of achievement in the learning process, some of these factors include learning media, learning models, learning resources, and so on. One of the appropriate learning models to be used in learning (practicum) is the Project Based Learning (PjBL) learning model. The implementation of practicum course learning in the Madiun State Polytechnic Tax Accounting Study Program has not been managed with certain (learning) media. This research aims to build digital learning media in the form of E-learning as a PjBL-based learning ecosystem, which then assesses the feasibility of E-learning. E-learning system design uses Prototype method, with Unified Modeling Language (UML) modeling tools. The results of this study indicate that the flow of the PjBL-based E-learning system is in accordance with the analysis of system requirements, and the feasibility of PjBL-based E-learning applications can be declared feasible as a media for strengthening the digital learning ecosystem.

Keywords – e-learning; prototype; learning; PjBL; UML

1. PENDAHULUAN

E-learning didefinisikan sebagai penggunaan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran yang memungkinkan akses ke sumber daya dan layanan, serta pertukaran dan kolaborasi jarak jauh [1]. Terdapat beberapa istilah lain yang identik dengan pendapat [1], yaitu antara lain pembelajaran terbuka, pembelajaran jarak jauh, pembelajaran berbasis web, dan pembelajaran daring. Secara umum, hal ini bisa dianggap sebagai proses pembelajaran yang memungkinkan terjadinya transfer pengetahuan dan keterampilan secara fleksibel terhadap sebagian besar mahasiswa yang tidak terbatas pada waktu dan tempat. Kombinasi pembelajaran dan teknologi memberikan cara baru bagi orang untuk belajar pada masa

teknologi informasi dan komunikasi. *E-Learning* merupakan salah satu strategi terbaik yang dapat diadopsi untuk pengajaran dan pembelajaran. Para peneliti menegaskan bahwa penyelenggaraan pendidikan tidak lagi dapat dibatasi dalam satu kampus tetapi dapat diperluas ke seluruh negeri melalui pembelajaran jarak jauh dan integrasi melalui solusi e-Learning [2].

PjBL merupakan salah satu model pembelajaran yang dapat membuat pembelajaran(*online*) menjadi lebih interaktif, bermakna, dan dapat membuat pembelajar(mahasiswa) lebih memahami materi pembelajaran. PjBL akan menjadi model pembelajaran yang efektif dalam pembelajaran *online*, hal ini tergantung dari kemampuan pembelajar(dosen) dalam mendesain konten. Berdasarkan hasil penelitian yang berjudul "*Promoting Collaboration in a Project-Based E-learning Context*" menunjukkan bahwa 43% pembelajar setuju bahwa PjBL dapat memunculkan adanya pertukaran berbagai ide dan pendapat dari pembelajar yang berbeda, 18% mendukung adanya tujuan bersama, dan 13% yakin bahwa melalui PjBL pembelajar dapat saling membantu dalam mengatasi kesulitannya[3]. Penelitian lain juga menyatakan bahwa adanya kemampuan untuk memecahkan masalah meningkat melalui kolaborasi dalam PjBL *online*. Lebih dari 70% peserta didik merasa puas dengan partisipasi aktif mereka sendiri dan anggota kelompok lainnya. Adanya interaksi melalui internet juga memungkinkan peserta didik dan pembelajar untuk berbagi ide, mengakses informasi dan sumber daya lainnya dengan komunitas yang lebih luas [4]. Pembelajaran berbasis PjBL merupakan suatu pendekatan yang ideal untuk meningkatkan pembelajaran di pendidikan tinggi. Studi empiris tentang pembelajaran berbasis proyek telah ditinjau dengan fokus pada hasil belajar mahasiswa [5]. Pembelajaran berbasis PBL membantu mahasiswa untuk mengetahui penerapan yang tepat dari prinsip-prinsip teori yang diambil dari buku. Pembelajaran berbasis proyek adalah model yang membantu mahasiswa belajar melalui proyek. Hal ini melibatkan mahasiswa dalam merancang model baru dan memperoleh keterampilan pemecahan masalah [6].

2. METODE PENELITIAN

Ditinjau berdasarkan tujuannya, penelitian ini termasuk dalam penelitian dan pengembangan(*Research and Development*). Penelitian ini didesain mengikuti atau mengacu terhadap rumusan masalah yang telah ditentukan. Tahap awal yang dilakukan yaitu pengumpulan data dan informasi melalui observasi awal yang dilakukan di lokasi penelitian. Adapun lokasi penelitiannya yaitu Program Studi Sarjana Terapan Akuntansi Perpajakan-Politeknik Negeri Madiun. Selanjutnya data-data dan informasi yang diperoleh digunakan sebagai acuan untuk menentukan rancangan kebutuhan sistem *E-learning* berbasis PjBL lengkap dengan proses bisnisnya. Setelah mengetahui proses bisnis yang harus ada pada sistem *E-learning* berbasis PjBL, tahap selanjutnya adalah merancang *E-learning* berbasis PjBL dengan metode incremental. Tahap terakhir adalah melakukan penilaian kualitas produk *E-learning* berbasis PjBL oleh ahli materi, ahli media, dan mahasiswa. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan teknik wawancara(terstruktur), kuesioner, dan dokumentasi. Analisis data dilakukan untuk mengetahui kelayakan produk **E-learning**(berupa prototipe). Data penilaian produk aplikasi *E-learning* yang diperoleh berdasarkan hasil isian kuesioner dari subjek penelitian, selanjutnya data tersebut(berupa data kualitatif) akan dikonversi menjadi data kuantitatif dengan menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Instrumen penilaian terdiri dari angket kesesuaian prototipe media e-learning sebagai media pembelajaran berbasis PjBL, dan angket kesesuaian prototipe media *E-learning* dengan materi pembelajaran. Setiap jawaban akan diberi skor menggunakan kriteria sebagaimana terdapat dalam **Tabel 1**.

Table 1. Penskoran

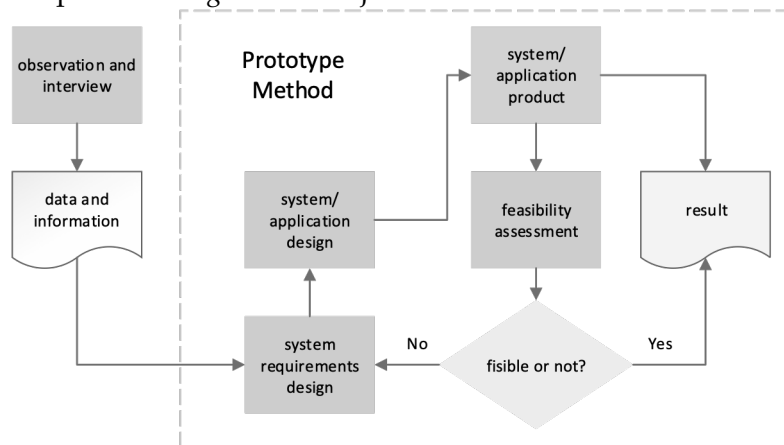
Percentage	Criteria
81% - 100 %	Sangat Layak(SL)
61% - 80%	Layak (L)
41% - 60%	Kurang Layak (KL)
0% - 40%	Tidak Layak (TL)

Source: [9]

- Tahap selanjutnya analisis data dilakukan menggunakan metode statistik deskriptif dengan persentase dari hasil kuesioner penilaian dari masing-masing subjek penelitian, dengan rumus sebagai berikut:

$$PSA = \frac{\sum \text{alternatif jawaban yang dipilih untuk setiap aspek}}{\sum \text{alternatif jawaban ideal untuk setiap aspek}} \times 100\%$$

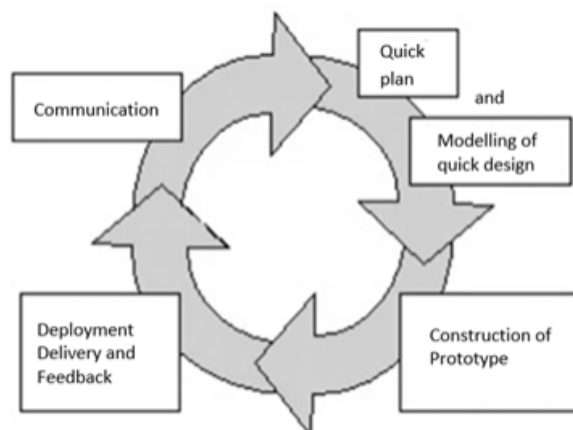
- Menginterpretasikan secara kualitatif penilaian setiap subjek penelitian untuk menyimpulkan kesesuaian prototipe *E-learning* berbasis PjBL.



Gambar 1. Desain Penelitian

(Sumber: Desain peneliti)

Proses perancangan sistem *E-learning* dilakukan menggunakan metode *Prototype* [7]. Adapun kegiatan dan tahapannya yaitu seperti yang ditunjukkan **Gambar 2**.



Gambar 2. Metode *Prototype*

Sumber: [7]

Subjek penelitian dalam penelitian ini yaitu mahasiswa Program Studi Akuntansi Perpajakan Politeknik Negeri Madiun yang sedang menempuh mata kuliah praktikum Accurate, ahli materi(dosen pengampu mata kuliah praktikum Accurate Program Studi Akuntansi Perpajakan Politeknik Negeri Madiun), dan ahli media. Ketiga subjek tersebut akan memberikan penilaian terhadap kelayakan produk *E-learning*.

2.1. Identifikasi Masalah

Salah satu esensi dalam pembelajaran era 4.0 yaitu tersedianya aksesibilitas dan fleksibilitas dalam kegiatan pembelajaran untuk mengakomodir kebutuhan dan memberikan ruang yang seluas-luasnya, secara aktif dan partisipatif dalam kegiatan pembelajaran. Menyikapi adanya fenomena yang terjadi dalam pembelajaran praktik *Accurate* di Program Studi Akuntansi Perpajakan-Politeknik Negeri Madiun, yaitu belum adanya media pembelajaran yang digunakan secara khusus dalam pembelajaran praktik *Accurate*, yang dapat meningkatkan keaktifan dan partisipasi mahasiswa, maka solusi yang sangat mungkin untuk dilakukan yaitu melalui penguatan ekosistem pembelajaran dengan memadukan kemampuan pedagogik dan teknologi(informasi). Penguatan yang dimaksud yaitu penguatan dalam ekosistem pembelajaran digital melalui pembangunan *E-learning* beralas PjBL.

2.2. Studi Literatur

Salah satu bentuk media pembelajaran yang layak untuk digunakan yaitu *E-learning*. Penggunaan *E-learning* tidak terbatas dalam meningkatkan jumlah peserta didik saja, namun juga memberikan kesempatan peserta didik yang sebelumnya dinyatakan tidak akan mampu mengikuti pendidikan menjadi dapat melakukannya [10].

PjBL dengan *E-learning Schoology* sangat menarik sehingga dalam berbagi aktivitas dan tugas-tugas yang diberikan guru dapat diikuti peserta didik dengan antusiasme yang tinggi, sehingga dapat memberikan dampak positif terhadap peningkatan hasil belajar mereka. *E-learning Schoology* dalam pembelajaran dapat membuat siswa melakukan pembelajaran aktif, melalui *E-learning Schoology* guru dapat memotivasi peserta didik untuk berbagi ide-ide mereka dan memecahkan berbagai masalah untuk kepentingan mereka atau komunitas sekolah [11].

Penelitian yang berjudul "*Analisis Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis Content Video Pada Pembelajaran Konsep Dasar Sains Mahasiswa*"[12] menunjukkan bahwa implementasi model PjBL dalam pembelajaran, efektif dilihat dari kegiatan mahasiswa yang melakukan kegiatan sesuai dengan langkah-langkah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pembahasan

Kebutuhan dan Analisis

Setelah dilakukan wawancara dan observasi, diperoleh data-data terkait siapa saja calon pengguna sistem/aplikasi *E-learning*, dan proses bisnis apa saja yang dibutuhkan. Data-data tersebut ditunjukkan dalam **Tabel 2** dan **Tabel 3**.

Table 2. Pengguna Sistem

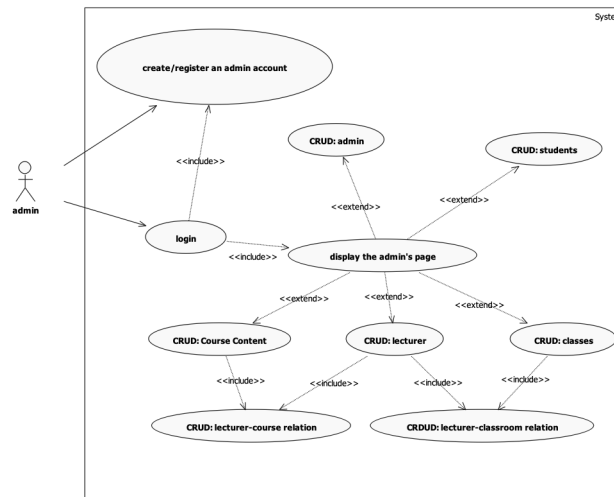
No	Actor	Description
1	Admin	Super user
2	Mahasiswa	User
3	Dosen	User

Proses bisnis yang diperlukan dalam *E-learning* beralas PjBL seperti yang ditunjukkan **Tabel 3**.

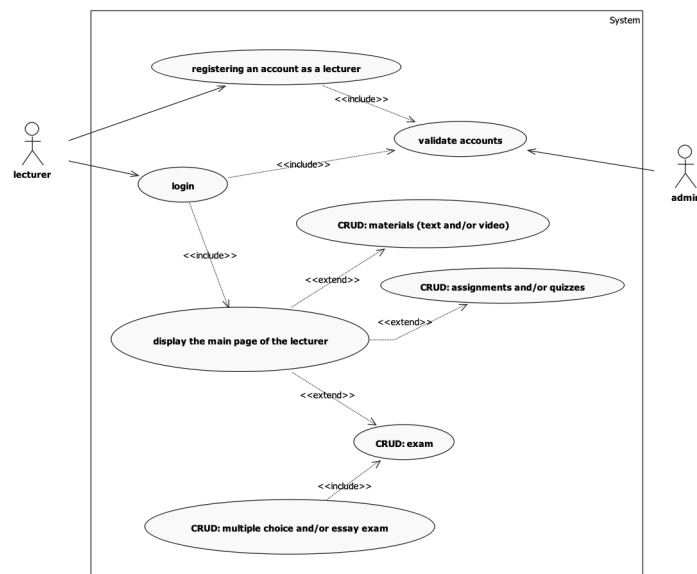
Table 3. Proses Bisnis

Kebutuhan Fungsional	
No	Analisis Kebutuhan Sistem
	Sistem E-learning beralas PjBL harus dapat:
1	Menampilkan halaman untuk login pengguna (aktor: semua)
2	Menampilkan halaman utama admin
3	Menampilkan halaman utama dosen
4	Menampilkan halaman utama mahasiswa
5	Membuat, menambah, dan menghapus admin (aktor: admin)
6	Membuat, menambah, dan menghapus dosen (aktor: admin)
7	Membuat, menambah, dan menghapus mahasiswa (aktor: admin)
8	Menambah, mengubah, dan menghapus kelas (aktor: admin)
9	Menambah, mengubah, dan menghapus mata kuliah (aktor: admin)
10	Menambah, mengubah, dan menghapus relasi dosen-kelas (aktor: admin)
11	Menambah, mengubah, dan menghapus relasi dosen-mata kuliah (aktor: admin)
12	Menampilkan informasi kelas dan mata kuliah dari dosen di halaman utama dosen
13	Menambahkan, mengubah, dan menghapus materi berupa teks dan atau video (aktor: dosen)
14	Menambahkan, mengubah, dan menghapus tugas dan atau quiz berupa teks dan atau video (aktor: dosen)
15	Menambahkan, mengubah, dan menghapus ujian (pilihan ganda dan atau essay) berupa teks dan atau video (aktor: dosen)
16	Menampilkan notifikasi tugas, quiz, ujian di halaman utama mahasiswa
17	Menampilkan informasi jumlah tugas yang sukses dikerjakan, dan tugas yang terlambat dikerjakan di halaman utama mahasiswa
18	Melihat dan atau mengunduh materi (aktor: mahasiswa)
19	Mengerjakan tugas/quiz (aktor: mahasiswa)
20	Mengerjakan ujian (aktor: mahasiswa)
21	Diakses secara daring menggunakan laptop/desktop PC/smartphone (aktor: semua)
22	Menutup dan keluar(<i>logout</i>) dari aplikasi (aktor: semua)
23	Melakukan pengubahan <i>password</i> (aktor: semua)
24	Digunakan oleh semua aktor yang terdaftar
Kebutuhan Non-fungsional	
No	Analisis Kebutuhan
	Sistem E-learning beralas PjBL harus dapat:
1	Menampilkan nama/identitas pengguna setelah <i>login</i>
2	Dipahami dan digunakan dengan mudah oleh pengguna
3	Melakukan pengubahan profil untuk masing-masing pengguna

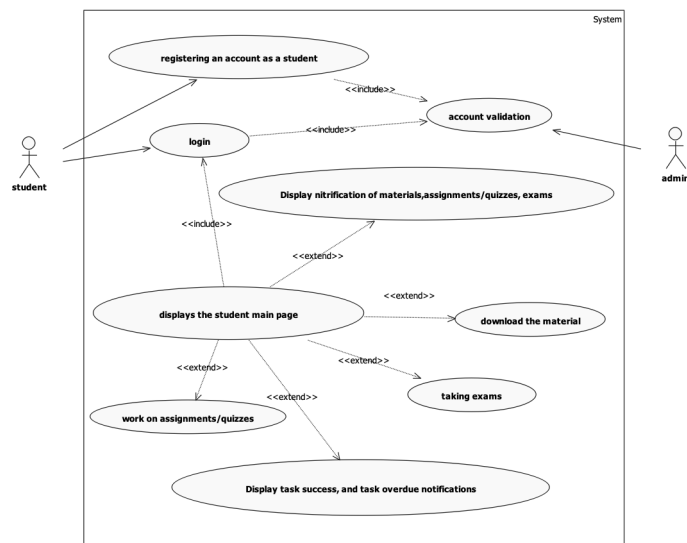
Mengacu dari hasil analisis kebutuhan sistem sebagaimana terdapat dalam Tabel-2. dan Tabel-3, maka sistem *E-learning* dapat dimodelkan secara lebih rinci dalam bentuk *use case diagram* untuk masing-masing aktor seperti yang ditunjukkan dalam **Gambar 3.** sampai dengan **Gambar 4.**



Gambar 3. Use case diagram(actor: admin) Sistem E-learning



Gambar 4. Use case diagram(actor: dosen-admin) Sistem E-learning



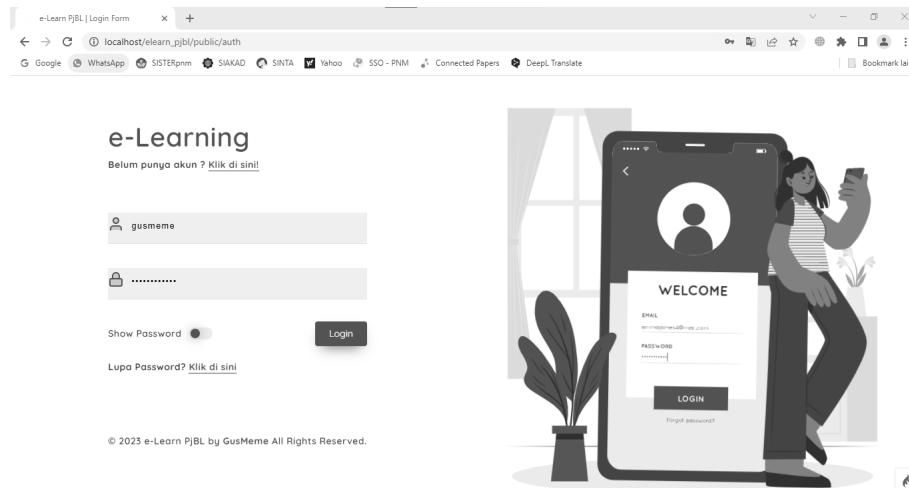
Gambar 5. Use case diagram(actor: mahasiswa-admin) Sistem E-learning

Perencanaan dan Pemodelan Perancangan Cepat

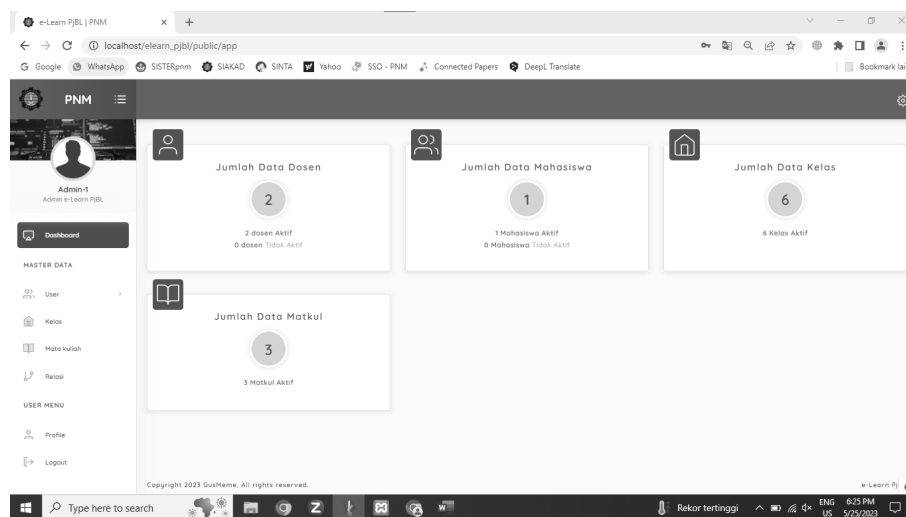
Secara garis besar, perancangan perangkat keras tidak dilakukan atau tidak dibangun sendiri oleh peneliti, karena sistem dirancang dengan berbasis *client-server* yang melibatkan pihak kedua yaitu penyedia layanan *hosting*. Sehingga peneliti hanya menyesuaikan dengan perangkat dan layanan yang ada/disediakan oleh pihak penyedia layanan *hosting*.

Pembangunan Prototipe

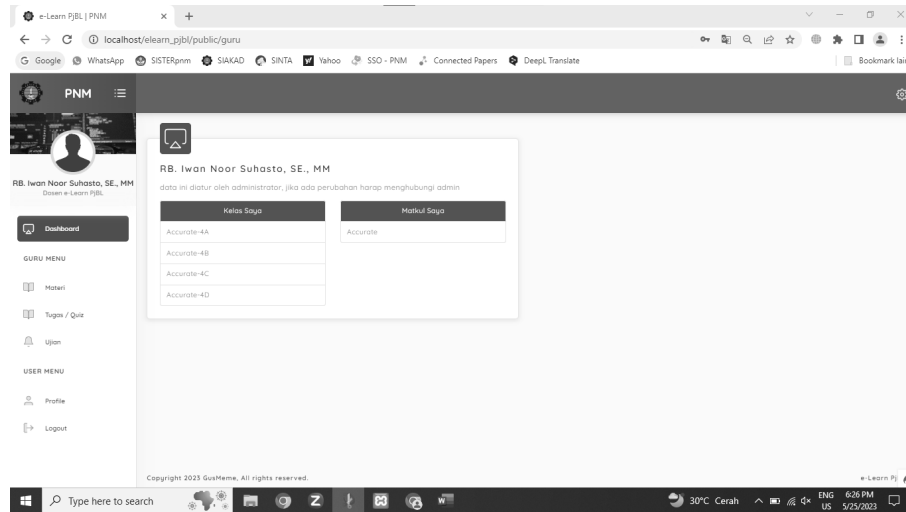
Tahap ini mengimplementasikan rancangan aplikasi e-learning menjadi sebuah aplikasi *E-learning* berdasarkan hasil analisis kebutuhan sistem. Implementasi dilakukan menggunakan bahasa pemrograman berbasis *web*, yaitu bahasa PHP.



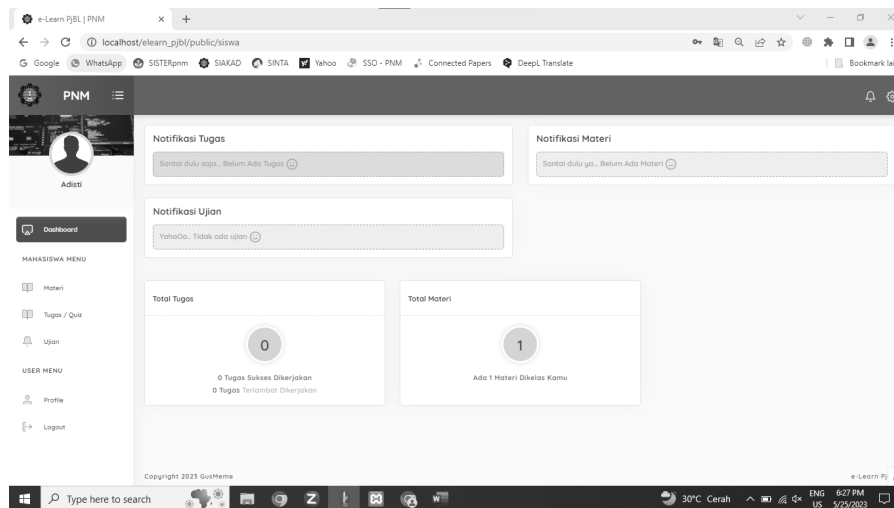
Gambar 6. Form login pengguna



Gambar 7. Halaman dashboard admin



Gambar 8. Halaman *dashboard* dosen



Gambar 9. Halaman *dashboard* mahasiswa

Penerapan dan Umpan Balik Pengguna

Sampai pada tahap ketiga dari tahapan dalam metode *Prototype*, prototipe *E-learning* telah berhasil dibangun. Maka untuk selanjutnya(tahap ini), dilakukan pengujian terhadap prototipe tersebut untuk mengetahui kesesuaiannya dengan kebutuhan sistem berdasarkan hasil analisis kebutuhan sistem. Pengujian prototipe dilakukan menggunakan metode *Black-Box Testing*.

Penilaian prototipe

Penilaian kelayakan produk prototipe *E-learning* dilakukan menggunakan teknik kuesioner dengan memberikan angket kepada seorang pakar media, seorang pakar materi, dan 120 orang mahasiswa. Hasil penilaian kelayakan produk prototipe dijabarkan dalam **Tabel 3** dan **Tabel 4**.

Tabel 3. Hasil penilaian ahli media(kesesuaian produk prototipe)

No	Statement	Assessment				Total
		4	3	2	1	
E-learning Media						
1	E-learning media based on PjBL can be accessed anywhere by students.	√				4
2	E-learning media based on PjBL can help students understand the material.		√			3

3	E-learning media based on PjBL in accordance with student characters	√				4
4	Relatively easy operation of PjBL-based E-learning	√				4
5	Adaptability of PjBL-based E-learning to recent technological changes			√		2
Penyajian						
6	Clarity of information in PjBL-based E-learning Media	√				4
7	E-learning media based on PjBL presents appropriate multimedia		√			3
8	Visual readability of PjBL-based E-learning media is clear		√			3
9	<i>Hyperlinks on E-learning Media based on PjBL in accordance with the flow</i>		√			3
10	Language in E-learning Media based on PjBL is effective and efficient		√			3
11	The pictures, diagrams, and videos presented in the E-learning Media based on PjBL are in accordance with reality and are effective for improving student understanding	√				4
GUI(Graphical User Interface)						
12	Placement of headings, sub-headings, illustrations and image captions does not interfere with understanding		√			3
13	Font usage (type and size) of PjBL-based E-learning media is not excessive.		√			3
14	<i>Layout, PjBL-based E-learning Media is consistent based on the pattern</i>		√			3
15	The colors of the layout elements are harmonious and clarify functions		√			3
Total						49

Tabel 4. Hasil penilaian ahli materi(kesesuaian produk prototipe)

No	Statement	Assesment				Total
		4	3	2	1	
Pendahuluan						
1	Suitability of subject matter with the applicable curriculum		√			3
2	The material presented reflects the description that supports the achievement of CPMK(learning outcomes of the course)	√				4
3	The material presented covers the material contained in the achievement indicators.		√			3
4	The material presented covers the material contained in the learning objectives		√			3
Contents						
5	The suitability of the material presented is in accordance with the development of students	√				4
6	Suitability of the material presented according to learning needs	√				4
7	The correctness of the substance of the learning material in	√				4
8	The material presented is systematic	√				4
9	Clarity of description, discussion, examples, simulations		√			3
10	The concepts and definitions of the material presented do not cause many interpretations	√				4
11	Facts and data presented are in line with reality and effective in improving student understanding	√				4
12	The images, diagrams, and videos presented are in line with reality and effective in improving student understanding.	√				4
13	The examples and projects presented are relevant to situations and conditions that occur in everyday life.		√			3
Material Evaluation						
14	The exercises/tasks/quizzes presented cover the material contained in the achievement indicators.	√				4
15	Exercises/ assignments/quizzes that are presented, encourage students to do better and foster creativity.	√				4
Total						55

Berdasarkan hasil penilaian dari ahli media seperti yang ditunjukkan Tabel-3, dengan rumus:

$$PSA = \frac{\sum \text{alternatif jawaban yang dipilih untuk setiap aspek}}{\sum \text{alternatif jawaban ideal untuk setiap aspek}} \times 100\%$$

maka nilai kelayakan prototipe dapat diperoleh sebagai berikut:

$$PSA = \frac{49}{60} \times 100\% = 81,66\%$$

Mengacu data Tabel-1, nilai persentase 81,66% setelah dikonversikan ke dalam skala kualitatif, maka nilai tersebut masuk dalam kriteria "Sangat Layak".

Berdasarkan hasil penilaian dari ahli materi seperti yang ditunjukkan pada Tabel-4, dengan rumus:

$$PSA = \frac{\sum \text{alternatif jawaban yang dipilih untuk setiap aspek}}{\sum \text{alternatif jawaban ideal untuk setiap aspek}} \times 100\%$$

maka nilai kelayakan prototipe dapat diperoleh sebagai berikut:

$$PSA = \frac{55}{60} \times 100\% = 91,66\%$$

Mengacu data kriteria penskoran sebagaimana ditunjukkan Tabel-1, maka diperoleh nilai persentase 91,66%, dan setelah dikonversikan ke dalam skala kualitatif, maka nilai tersebut berada dalam kriteria "Sangat Layak".

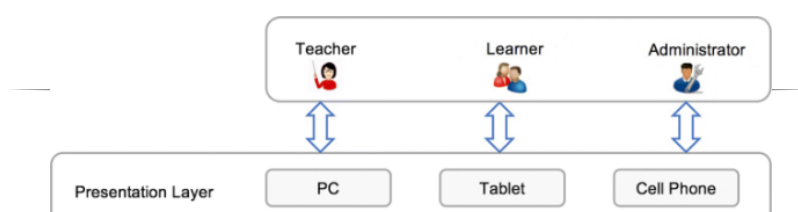
Produk akhir hasil dari penelitian ini berupa prototipe media *E-learning* beralas PjBL yang sesuai dengan kebutuhan sistem berdasarkan hasil analisis kebutuhan sistem yang telah dilakukan(tahap *Requirement and Analysis*) dan hasil uji coba sistem/aplikasi dengan menggunakan metode *Black-box testing*(tahap *Deployment Delivery and Customer Feedback*). Selanjutnya, setelah prototipe media *E-learning* beralas PjBL dilakukan penilaian kelayakan oleh dua orang subjek penelitian(pakar media dan pakar materi), maka diperoleh hasil penilaian dengan kategori "Sangat Layak".

Tabel 5. Rekapitulasi hasil penilaian prototipe

No	Penilaian	Hasil Penilaian
1	Hasil analisis dan pengujian kebutuhan sistem	Layak
2	Pakar media(pembelajaran)	Sangat Layak
3	Pakar materi(pembelajaran)	Sangat Layak

Sejalan dengan penelitian yang berjudul "*An instructional model for web-based e-learning education with a blended learning process approach*" [1] menyimpulkan bahwa sistem e-learning semakin banyak digunakan untuk menyediakan layanan pembelajaran yang efisien. Banyak institusi pendidikan pasca-sekolah menengah telah memperkenalkan sistem e-learning di samping kursus *online*.

Menurut penelitian yang berjudul "*Towards intelligent E-learning systems*"[8] menyimpulkan bahwa kerangka kerja umum untuk sistem e-learning pada dasarnya terdiri dari tiga lapisan logis yang berkontribusi terhadap efektivitas pengajaran dan pembelajaran yang lebih baik: lapisan presentasi, lapisan sistem e-learning, dan lapisan data (Gambar 8).



Gambar 8. General Framework for E-learning Systems

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan dalam membangun *E-learning* beralas PjBL sebagai penguatan ekosistem pembelajaran digital di Program Studi Sarjana Terapan Akuntansi Perpajakan-Politeknik Negeri Madiun, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Alur sistem *E-learning* beralas PjBL sudah sesuai dengan analisis kebutuhan sistem.
2. Kelayakan hasil pembangunan *E-learning* beralas PjBL menggunakan metode *Prototype* dapat dinyatakan sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran beralas PjBL dalam upaya penguatan ekosistem pembelajaran digital mata kuliah praktik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat(P3M) Politeknik Negeri Madiun yang telah memfasilitasi pelaksanaan penelitian ini. Tidak lupa kami ucapkan terima kasih juga kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam berbagai bentuk, dalam pelaksanaan penelitian dan publikasi artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alonso, F., L'opez, G., Manrique, D., & Viñes, J. M. 2005. An instructional model for web-based e-learning education with a blended learning process approach. *British Journal of Educational Technology*, 36(2): 217-235.
- [2] Riah et al. 2021. The Impact and Effectiveness of E-Learning on Teaching and Learning. *International Journal of Computing Sciences Research*, 5(1): pp. 383-397.
- [3] Papanikolaou, K. & Boubouka, M. 2010. Promoting Collaboration in a Project-Based E-learning Context. *Journal of Research on Technology in Education*, 43(2): pp. 135-155.
- [4] Yang, Young-Sun, 2002. A Case Study for Promoting Collaboration on Online Project-Based Learning. Proceeding. ED-MEDIA 2002 World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications di Denver, Colorado, 24-29 Juni.
- [5] Guo P, Nadira Saab, Lysanne S. Post, Wilfried Admiraal. 2020. A review of project-based
- [6] Sharma A, Himanish Dutt, Ch. Naveen Venkat Sai, Santosh Madeva Naik. 2020. Impact of Project Based Learning Methodology in Engineering. *Procedia Computer Science*. 172: pp. 922-926. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.133>.
- [7] Hasan, Y.A., Mardiana, M.M., & Nama, G.F. 2022. Sistem Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas LPG Otomatis Berbasis Arduino Uno Menggunakan Metode Prototype. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 3(10), pp: 201-207.
- [8] Liu, M., Yu, D. 2023. Towards intelligent E-learning systems. *Educ Inf Technol* 28: pp.7845-7876. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11479-6>.
- [9] Arikunto. 2015. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.

- [10] Hartvig, A. S., Brooks, E. P. 2013. Universal Access in Human-Computer Interaction. Applications and Services for Quality of Life. Berlin: Springer Berlin Heidelberg.
- [11] Biswas, Shampa. 2013. Schoology Supported Classroom Management: A Curriculum Review. *Northwest Journal of Teacher Education Journal of Educational Practices*, 11(2): 187-196.
- [12] Retno, R.S. 2022. Analisis Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis Content Video Pada Pembelajaran Konsep Dasar Sains Mahasiswa. *Jurnal Pemikiran dan Pengembangan Sekolah Dasar(JP2SD)*, 10(1): pp. 1-11.