

# PEMBANGUNAN SISTEM MANAJEMEN PEMBELAJARAN SMA PRESTASI PRIMA (MODUL GURU)

## DEVELOPMENT OF HIGH SCHOOL LEARNING MANAGEMENT SYSTEM FOR PRESTASI PRIMA (TEACHER MODULE)

Angelia Putri Indonesia Maringga<sup>1</sup>, Hanung Nindito Prasetyo<sup>2</sup>, Siska Komala Sari<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Telkom University, Bandung

angeliaputri@student.telkomuniversity.ac.id<sup>1</sup>, hanungnp@tass.telkomuniversity.ac.id<sup>2</sup>,  
siska@tass.telkomuniversity.ac.id<sup>3</sup>

---

### Abstrak

Pandemi COVID-19 membuat setiap orang harus melakukan proses belajar mengajar dari rumah atau biasa disebut pembelajaran jarak jauh. Demikian juga proses belajar mengajar di SMA Prestasi Prima. Berbagai permasalahan pun muncul, diantaranya siswa sulit memahami pelajaran, daftar hadir yang harus dilakukan 2 kali yang menyulitkan siswa dan data hadir yang berantakan, hingga banyaknya aplikasi yang harus digunakan siswa dan guru dalam melaksanakan pembelajaran daring. Untuk menangani masalah tersebut, dibangun sebuah Sistem Manajemen Pembelajaran. Sistem Manajemen Pembelajaran adalah aplikasi berbasis website yang digunakan untuk melakukan proses belajar mengajar secara daring. Metodologi dalam pengerjaan aplikasi ini menggunakan model Waterfall. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk membangun aplikasi ini adalah PHP, menggunakan framework CI, serta basis data yang digunakan adalah MySQL. Dengan adanya aplikasi ini diharapkan mampu memfasilitasi guru dan siswa dalam melakukan proses belajar mengajar secara daring.

**Kata Kunci :** Pembelajaran daring, Sistem Management Pembelajaran

---

### Abstract

*The COVID-19 pandemic requires everyone to carry out the teaching and learning process from home or what is commonly called distance learning. Likewise, the teaching and learning process at SMA Prestasi Prima. Various problems also arose, including students having difficulty understanding the lesson, attendance lists that had to be done 2 times which made it difficult for students, and messy attendance data, to the many applications students and teachers had to use in implementing online learning. To deal with this problem, a Learning Management System was built. Learning Management System is a website-based application that is used to carry out the teaching and learning process online. The methodology of working on this application uses the Waterfall model. The programming language used to build this application in PHP uses the CI framework, and the database used is MySQL. With this application, it is expected to be able to facilitate teachers and students in carrying out the teaching and learning process online.*

**Keywords:** Online learning, Learning Management System

---

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Pandemi COVID-19 membuat setiap orang harus tetap dirumah hingga waktu yang tidak ditentukan. Setiap kelompok masyarakat mengalami dampaknya, terlebih para pelajar karena pandemi ini telah mempertaruhkan masa depan mereka. Begitu juga dengan guru di SMA Prestasi Prima. Mereka melakukan proses belajar mengajar dari rumah atau

biasa disebut pembelajaran jarak jauh. Berbagai aplikasi pihak ketiga berbasis website ataupun mobile digunakan untuk membantu dalam hal penugasan, kuis, diskusi antara guru dan siswa hingga video conference.

Bersadarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan salah seorang perwakilan guru di SMA Prestasi Prima yang terlampir pada Error! Reference source not found., penulis mendapatkan beberapa permasalahan

yang guru alami seperti daftar hadir yang harus diisi dua kali oleh siswa yang membuat daftar hadir tidak beraturan sehingga guru perlu mengecek satu per satu siswanya yang hadir, dimana hal tersebut cukup menyita waktu dan tenaga. Selain itu juga ujian harian, UTS dan UAS dilakukan menggunakan lebih dari dua aplikasi yang berbeda tergantung tipe soal, sehingga menyulitkan guru dalam membuat ujian untuk siswanya.

Berdasarkan permasalahan tersebut, salah satu alternatif yang bisa dilakukan adalah membuat aplikasi Sistem Manajemen Pembelajaran berbasis website yang user friendly sehingga mudah digunakan oleh guru, dimana guru dapat mengecek daftar hadir siswanya dengan lebih mudah dan cepat. Aplikasi ini juga dapat membuat ujian dengan berbagai tipe soal dalam satu aplikasi serta guru dapat melihat dan mengunduh rekap nilai siswanya [1]. Serta menyediakan kebutuhan guru selama pembelajaran daring sehingga guru tidak perlu menggunakan banyak aplikasi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada penjelasan latar belakang diatas, maka dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana memfasilitasi guru dalam melihat daftar presensi yang rapi dan mudah dipahami?
2. Bagaimana memfasilitasi guru dalam membuat ujian atau ulangan untuk siswa dengan berbagai tipe soal?

## 1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini untuk menjelaskan.

1. Membangun Sistem Manajemen Pembelajaran yang dapat menampilkan daftar presensi yang rapi dan mudah dipahami oleh guru

2. Membangun Sistem Manajemen Pembelajaran yang dapat membuat ujian atau ulangan dengan berbagai tipe soal

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang ada berupa.

1. Lokasi objek penelitian hanya di SMA Prestasi Prima
2. User hanya bisa login dengan menggunakan akun yang diberikan oleh admin sekolah (tidak ada fitur pendaftaran).
3. Pembuatan fitur video conference tidak termasuk kedalam aplikasi yang dibangun.
4. Aplikasi ini tidak menyediakan notifikasi

## 1.5 Metode Pengerjaan

Metode pengerjaan yang digunakan yaitu *Prototype*. *Prototype* didefinisikan sebagai satu versi dari sebuah sistem potensial yang memberikan ide bagi para pengembang dan calon pengguna, bagaimana sistem akan berfungsi dalam bentuk yang telah selesai. Dasar dari pemikiran ini adalah membuat prototipe secepat mungkin, bahkan dalam waktu semalam, lalu memperoleh umpan balik dari pengguna yang akan memungkinkan *prototype* tersebut diperbaiki kembali dengan sangat cepat [2]. Adapun tahapan-tahapannya metode *prototype* adalah sebagai berikut:

### 1. Mengidentifikasi Pengguna

Pada tahap ini penulis mewawancarai pihak sekolah yaitu guru untuk mengetahui mengenai masalah yang ada selama pembelajaran daring di SMA Prestasi Prima, kemudian mendapat ide untuk membuat sistem yang dibutuhkan.

### 2. Mengembangkan *Prototype*

Membangun *prototype* dengan membuat perancangan sementara yang berfokus pada penyajian yaitu membuat *input* dan *output*.

3. Menentukan apakah *Prototype* dapat diterima  
Melakukan evaluasi terhadap sistem yang dibangun penulis, apakah sistem sudah sesuai dengan yang diinginkan, jika iya maka akan dilakukan langkah selanjutnya yaitu mengkodekan sistem, jika tidak maka akan dilakukan revisi pada sistem yang telah dibangun.

4. Menggunakan *Prototype*

*Prototype* selesai menjadi sistem dan sistem siap untuk digunakan.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Pembelajaran Daring

Pembelajaran daring merupakan pemanfaatan jaringan internet dalam proses pembelajaran [3]. Dengan pembelajaran daring siswa memiliki keleluasaan waktu belajar, dapat belajar kapanpun dan dimanapun. Siswa dapat berinteraksi dengan guru menggunakan beberapa aplikasi seperti Google classroom, *video converence*, telepon atau *live chat*, Zoom maupun melalui Whatsapp *group*. Pembelajaran ini merupakan inovasi pendidikan untuk menjawab tantangan akan ketersediaan sumber belajar yang variatif.

### 2.2 Sistem Manajemen Pembelajaran

Sistem Manajemen Pembelajaran adalah suatu metode pengelolaan kegiatan pembelajaran berbasis sistem informasi. Sistem Manajemen Pembelajaran biasa digunakan bagi pembelajaran daring, baik yang bersifat sepenuhnya daring atau pembelajaran campuran [4]. Sistem Manajemen Pembelajaran digunakan untuk mengelola kursus *online*, mendistribusikan materi pelajaran dan memungkinkan kolaborasi antara siswa dan guru

### 2.3 Website

Website (Situs Web) merupakan kumpulan dari halaman-halaman web yang berhubungan dengan file-file lain yang terkait. Dalam sebuah website terdapat suatu halaman yang dikenal dengan sebutan home page. Home page adalah sebuah halaman yang pertama kali dilihat ketika seseorang mengunjungi website. Dari home page, pengunjung dapat mengklik hyperlink untuk pindah kehalaman lain yang terdapat dalam website tersebut [5].

### 2.4 UML

UML (Unified Modeling Language) adalah bahasa permodelan visual untuk sistem atau perangkat lunak yang berorientasi objek. UML juga biasa disebut sebagai cetak biru karena sangat lengkap dan detail [6].

### 2.5 BPMN

Business Process Modeling Notation (BPMN) adalah sebuah standar untuk memodelkan proses bisnis yang menyediakan notasi grafis dalam menjelaskan sebuah proses bisnis. BPMN menggambarkan suatu bisnis proses diagram yang didasarkan kepada teknik diagram alur, dirangkai untuk membuat model-model grafis dari operasi-operasi bisnis dimana terdapat aktivitas-aktivitas dan kontrol-kontrol alur yang mendefinisikan urutan kerja [7].

### 2.6 ERD

Entity Relationship Diagram atau ERD adalah sebuah diagram struktural yang digunakan untuk merancang sebuah basis data. Sebuah ERD mendeskripsikan data yang akan disimpan dalam sebuah sistem maupun batasannya [8].

### 2.7 Usecase Diagram

Use case diagram merupakan teknik menangkap kebutuhan-kebutuhan fungsional dari sistem baru atau

sistem yang diubah. Setiap use case terdiri dari satu atau lebih skenario yang menerangkan bagaimana sistem berinteraksi dengan pengguna atau sistem yang lain untuk mencapai suatu sasaran bisnis tertentu [9].

## 2.8 Framework

Framework adalah kumpulan instruksi-instruksi yang dikumpulkan dalam class dan function dengan fungsi masing masing untuk memudahkan pengembang dalam memanggilnya tanpa harus menuliskan syntax program yang sama berulang-ulang serta dapat menghemat waktu [10].

## 2.9 Codeigniter

CodeIgniter adalah framework PHP yang bersifat open source dan menggunakan metode MVC (Model, View, controller) untuk memudahkan pengembang dalam membangun sebuah aplikasi berbasis web tanpa harus membuatnya dari awal [10].

## 2.10 HTML

HTML (HyperText Markup Language) merupakan bahasa pemrograman dasar untuk web scripting bersifat client side yang memungkinkan untuk menampilkan informasi dengan bentuk teks, grafik, serta multimedia dan juga untuk menghubungkan antar tampilan web page [11].

## 2.11 PHP

PHP (Hypertext Preprocessor) adalah bahasa pemrograman skrip sederhana yang digunakan untuk pemrosesan HTML Form di dalam halaman web. PHP dapat dengan mudah dipelajari programmer pemula, bahkan oleh orang-orang tanpa latar belakang Teknologi Informasi. Hal inilah yang menyebabkan PHP sangat cepat populer di kalangan pengembang aplikasi web [12].

## 2.12 MySQL

MySQL (My Structure Query Language) adalah multiuser database yang menggunakan bahasa Structure Query Language (SQL). MySQL mampu menangani data yang cukup besar [12].

## 2.13 XAMPP

XAMPP merupakan alat yang menyediakan paket perangkat lunak ke dalam satu buat paket. Dengan menginstal XAMPP maka tidak perlu lagi melakukan instalasi dan konfigurasi web server Apache, PHP dan MySQL secara manual [12].

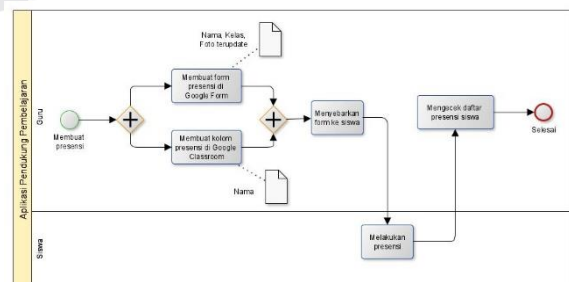
## 2.14 Black Box Testing

Black box testing berfokus pada spesifikasi fungsional dari perangkat lunak. Tester dapat mendefinisikan kumpulan kondisi input dan melakukan pengetesan pada spesifikasi fungsional program. Black box testing cenderung untuk menemukan hal-hal berikut, yaitu : fungsi yang tidak benar atau tidak ada, kesalahan antarmuka (interface errors), kesalahan pada struktur data dan akses basis data, kesalahan performansi (performance errors), dan kesalahan inisialisasi dan terminasi [13].

## 3. Analisis dan Perancangan

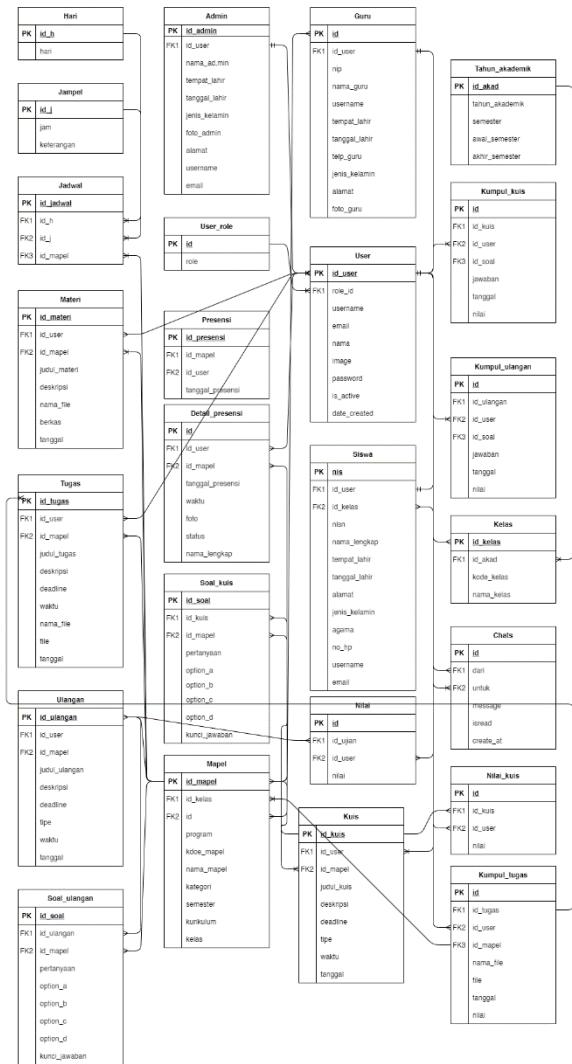
### 3.1 Gambaran Sistem Saat Ini

#### a. Proses Bisnis Presensi Saat Ini



Gambar 3- 1. Proses bisnis presensi saat ini





Gambar 3- 7. Relasi antar tabel

3. 7 Implementasi Sistem

Kebutuhan yang digunakan untuk pembangunan aplikasi terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Agar aplikasi dapat bekerja dengan optimal pada komputer, maka diperlukan perangkat keras dengan spesifikasi minimal yang tersedia adalah sebagai berikut.

No	Jenis Hardware	Keterangan
1.	RAM	4GB
2.	Processor	1Ghz

Tabel 3- 8. Perangkat keras

3.	HDD	80 Gb
4.	Sistem Operasi	Windows 10

4. Implementasi dan Pengujian

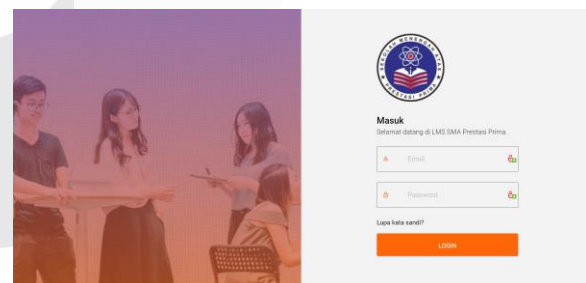
Setelah melakukan tahap analisis dan perancangan, maka berikutnya ke tahap implementasi. Berikut adalah tahap implementasi dari Sistem Manajemen Pembelajaran SMA Prestasi Prima.

4. 1 Implementasi Antarmuka

Implementasi antarmuka merupakan hasil dari perancangan antarmuka aplikasi. Berikut merupakan implementasi antarmuka pada Sistem Manajemen Pembelajaran SMA Prestasi Prima.

a. Halaman Login

Tampilan halaman login, jika user akan masuk ke aplikasi maka user harus login terlebih dahulu. Pada halaman login user harus memasukkan email dan password yang valid. Jika email dan password salah maka sistem akan menampilkan pesan bahwa username dan password tersebut salah. Jika username dan password yang dimasukkan benar maka sistem akan menampilkan halaman beranda sesuai hak akses pengguna.



Gambar 4- 1. Halman login

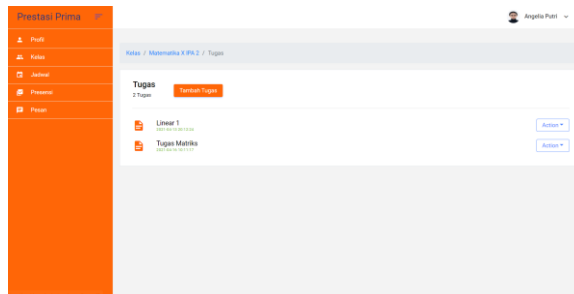
b. Halaman Daftar Kelas

Pada halaman ini semua kelas dimana guru mengajar akan ditampilkan. Guru dapat mengklik pada kelas yang diinginkan untuk melihat isi kelas tersebut.





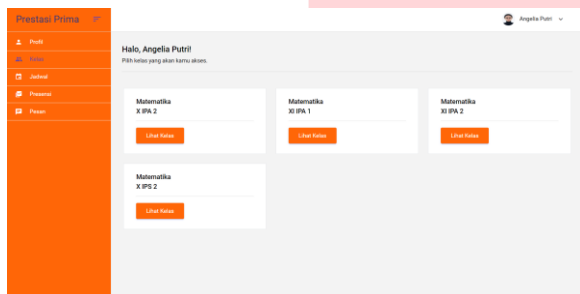
Gambar 4- 2. Halama daftar kelas



Gambar 4- 5. Halaman tugas

c. Halaman Kelas

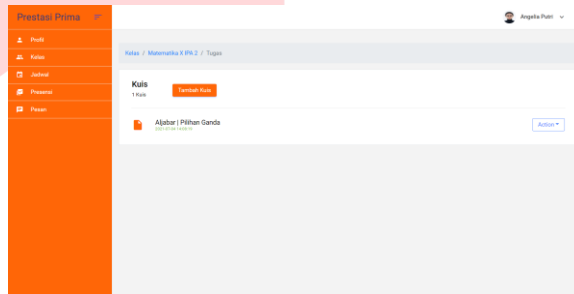
Saat guru mengklik pada salah satu kelas, akan muncul materi, tugas, kuis dan ujian yang terdapat pada kelas tersebut.



Gambar 4- 3. Halaman kelas

f. Halaman Kuis

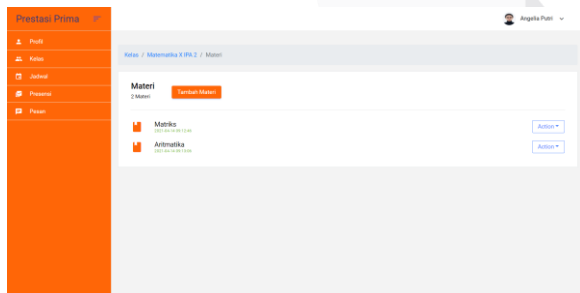
Pada halaman ini daftar kuis yang ada di kelas tersebut. Guru dapat menambahkan, melihat, mengubah dan menghapus kuis.



Gambar 4- 6. Halaman kuis

d. Halaman Materi

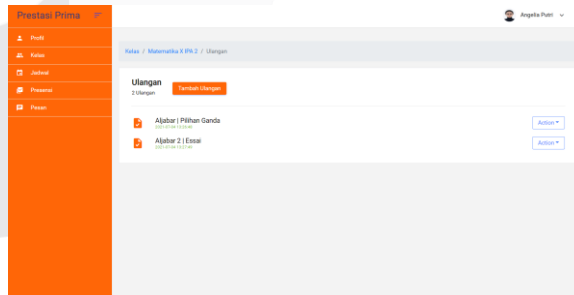
Pada halaman ini daftar materi yang ada di kelas tersebut. Guru dapat menambahkan, melihat, mengubah dan menghapus materi.



Gambar 4- 4. Halaman materi

g. Halaman Ulangan

Pada halaman ini daftar ulangan yang ada di kelas tersebut. Guru dapat menambahkan, melihat, mengubah dan menghapus ulangan.



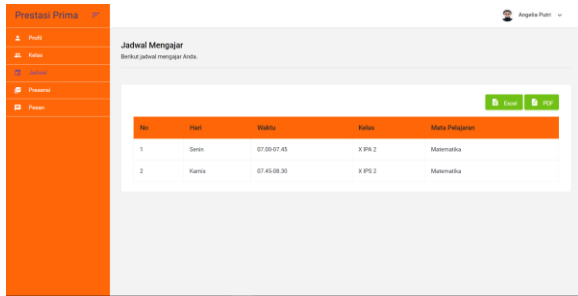
Gambar 4- 7. Halaman ulangan

e. Halaman Tugas

Pada halaman ini daftar tugas yang ada di kelas tersebut. Guru dapat menambahkan, melihat, mengubah dan menghapus tugas.

h. Halaman Jadwal

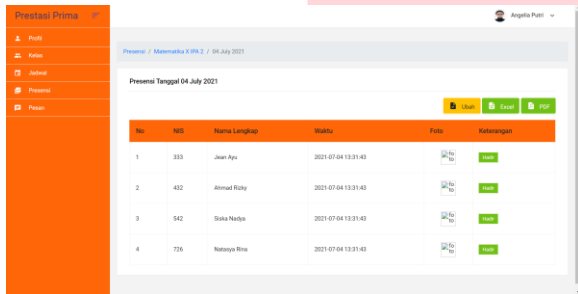
Pada halaman ini akan ditampilkan keseluruhan jadwal mengajar guru.



Gambar 4- 8. Halaman jadwal

i. Halaman Presensi

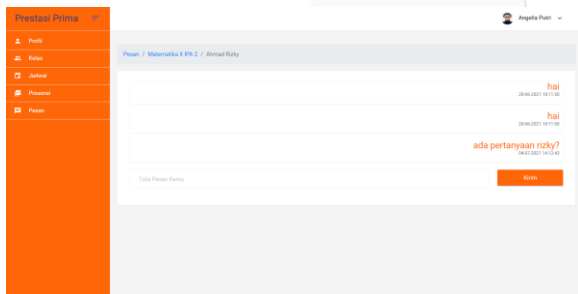
Pada halaman ini akan ditampilkan detail presensi pada tanggal yang dipilih. Guru juga dapat mengunduh presensi pada tanggal tersebut.



Gambar 4- 7. Halaman presensi

j. Halaman Pesan

Pada halaman ini akan ditampilkan pesan pribadi antara seorang guru dengan seorang murid.



Gambar 4- 8. Halaman pesan

4.2 Black Box Testing

Pengujian yang dilakukan bersarkan tujuan dan fungsionalitas yang terdapat pada aplikasi. Berikut merupakan tabel skenario *testing* yang menjabarkan ruang lingkup dari pengujian yang dilakukan.

Tabel 4- 1. Skenario pengujian

Perangkat Lunak	Sistem Manajemen Pembelajaran SMA Prestasi Prima
Deskripsi	Sistem Manajemen Pembelajaran berbasis web yang digunakan guru dan siswa SMA Prestasi Prima untuk melakukan proses belajar mengajar secara daring.
Fungsionalitas	
Fungsionalitas 1	Login
Fungsionalitas 2	Tambah presensi
Fungsionalitas 3	Lihat presensi
Fungsionalitas 4	Ubah presensi
Fungsionalitas 5	Tambah data ulangan
Fungsionalitas 6	Lihat data ulangan
Fungsionalitas 7	Ubah data ulangan
Fungsionalitas 8	Hapus data ulangan
Aturan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru wajib login</li> <li>2. Data yang harus diisi tidak boleh kosong.</li> </ol>

4.3 User Acceptance Testing (UAT)

Pengujian UAT akan dilakukan di SMA Prestasi Prima kota Jakarta oleh beberapa guru, yang secara langsung memberi penilaian terhadap Sistem Manajemen Pembelajaran melalui kuisioner yang sudah dibuat. Kategori penilaian yang digunakan untuk kuisioner antara lain:

1. Sangat Setuju (SS)
2. Setuju (S)
3. Tidak Setuju (TS)



Dari hasil kuisioner diperoleh data sebagai berikut:

1. Pengguna yang memilih Sangat Setuju (SS) mendapat presentase 44,44% ( $16/36 \cdot 100$ )
2. Pengguna yang memilih Setuju (S) mendapatkan presentase 55,55% ( $20/36 \cdot 100$ )
3. Pengguna yang memilih Tidak Setuju (TS) mendapatkan 0%

## 5. Kesimpulan

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dalam pembuatan Sistem Manajemen Pembelajaran SMA Prestasi Prima yaitu:

1. Sistem Manajemen Pembelajaran yang telah dibangun dapat memfasilitasi guru untuk melihat rekap data presensi yang rapi dan mudah dipahami.
2. Sistem Manajemen Pembelajaran yang telah dibangun dapat memfasilitasi guru dalam membuat ujian dengan berbagai tipe soal.

### 5.2 Saran

Dalam pembangunan sebuah aplikasi sangat diperlukan sebuah pembaharuan agar aplikasi dapat berkembang menjadi lebih baik. Beberapa saran yang dapat Penulis sampaikan berdasarkan pembangunan Sistem Manajemen Pembelajaran SMA Prestasi Prima ini, diantaranya:

1. Sistem Manajemen Pembelajaran ini diharapkan bisa dikembangkan menjadi sistem pembelajaran online yang lebih baik daripada sistem pembelajaran online yang ada saat ini dengan penambahan fitur video conference untuk membantu interaksi guru dan siswa.
2. Menambahkan pengguna untuk orang tua agar orang tua siswa dapat melihat proses belajar dan perkembangan siswa.

## Referensi

- [1] N. M. Feryswardani, R. Budiawan, M. B. Sanjaya, P. Studi, D. Sistem, and F. I. Terapan, "Aplikasi Pengolahan Nilai Siswa Sekolah Dasar Berbasis Web ( Studi Kasus : Sdn Sukabirus ) Web Based Application of Student Value Processing At Elementary School ( Case Study : Sdn Sukabirus )," vol. 5, no. 2, pp. 1227–1236, 2019.
- [2] S. Nurajizah, "Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis WEB dengan Metode Prototype: Studi Kasus Sekolah Islam Gema Nurani Bekasi," *Am. J. Roentgenol.*, vol. 179, no. 6, pp. 1643–1644, 2015.
- [3] W. A. F. Dewi, "Dampak COVID-19 terhadap Implementasi Pembelajaran Daring di Sekolah Dasar," *Edukatif J. Ilmu Pendidik.*, vol. 2, no. 1, pp. 55–61, 2020, doi: 10.31004/edukatif.v2i1.89.
- [4] F. F. Paiki, A. De Kweldju, and R. Juita, "Sistem Manajemen Pembelajaran Lokal untuk Meningkatkan Pemahaman Belajar Mahasiswa," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–9, 2020, doi: 10.28932/jutisi.v6i1.1818.
- [5] D. E. Hendrianto, "Pembuatan Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Website Pada Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Donorojo Kabupaten Pacitan," *Indones. J. Netw. Secur.*, vol. 3, no. 4, pp. 57–64, 2014.
- [6] E. F. Wati and A. A. Kusumo, "Penerapan metode unified modeling language ( UML ) berbasis desktop pada sistem pengolahan kas kecil studi kasus pada PT indo mada yasa tangerang," *J. Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 24–36, 2016, [Online]. Available: <https://journal.unsika.ac.id/index.php/syntax/article/view/699>.

- [7] I. Ismanto, F. Hidayah, and K. Kristinanti, "Pemodelan Proses Bisnis Sistem Akademik Menggunakan Pendekatan Business Process Modelling Notation (BPMN)," *J. Inf.*, vol. 7, no. 2, pp. 1–8, 2020.
- [8] M. Larassati, A. Latukolan, A. Arwan, and M. T. Ananta, "Pengembangan Sistem Pemetaan Otomatis Entity Relationship Diagram Ke Dalam Database," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 4, pp. 4058–4065, 2019, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/5117>.
- [9] N. Artina, "Penerapan Analisis Kebutuhan Metode Use Case pada Metode Pengembangan Terstruktur," *J. Ilm. STIMIK GI MDP*, vol. 2, no. 3, pp. 1–6, 2006, [Online]. Available: [https://www.academia.edu/10468545/Jurnal\\_Penerapan\\_Analisis\\_Kebutuhan](https://www.academia.edu/10468545/Jurnal_Penerapan_Analisis_Kebutuhan).
- [10] M. Destiningrum and Q. J. Adrian, "Sistem Informasi Penjadwalan Dokter Berbasis Web Dengan Menggunakan Framework Codeigniter (Studi Kasus: Rumah Sakit Yukum Medical Centre)," *J. Teknoinfo*, vol. 11, no. 2, p. 30, 2017, doi: 10.33365/jti.v11i2.24.
- [11] Rini Sovia dan Jimmy Febio, "MEMBANGUN APLIKASI E-LIBRARY MENGGUNAKAN HTML, PHP SCRIPT, DAN MYSQL DATABASE Rini Sovia dan Jimmy Febio," *Processor*, vol. 6, no. 2, pp. 38–54, 2011.
- [12] R. K. B. Susilowati Sinta, "Pembuatan Sistem Informasi Klinik Rawat Inap Prima Husada Widoro Pacitan Berbasis Website," *J. Speed – Sentra Penelit. Eng. dan Edukasi*, vol. 3, no. 1, pp. 29–34, 2011, [Online]. Available: <http://www.ijns.org/journal/index.php/speed/article/view/901>.
- [13] M. S. Mustaqbal, R. F. Firdaus, and H. Rahmadi, "PENGUJIAN APLIKASI MENGGUNAKAN BLACK BOX TESTING BOUNDARY VALUE ANALYSIS (Studi Kasus : Aplikasi Prediksi Kelulusan SNMPTN)," vol. I, no. 3, pp. 31–36, 2015.
- [14] M. I. Andika, Suryatiningsih, and R. Budiawan, "Aplikasi Learning Management System (Studi Kasus : SMAN 14 Kota Bekasi)," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 1462–1466, 2018.
- [15] S. Ismail, M. B. Sanjaya, and H. N. Prasetyo, "PEMBANGUNAN LEARNING MANAGEMENT SYSTEM," pp. 1–5, 2018.