

IMPLEMENTASI SISTEM ABSENSI MENGGUNAKAN ALGORITMA HAVERSINE BERBASIS WEB (STUDI KASUS BIMBEL AFTER SCHOOL EDUCATION CENTER)

Elisabeth Dwi Kurnia Wardani, Klaudius Jevanda B.S*

Informatika, Univesitas Katolik Musi Charitas

Jl. Bangau No.60, 9 Ilir, Kec. Ilir Timur III, Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia

k_jevanda@ukmc.ac.id

ABSTRAK

Keakuratan data kehadiran guru pada lembaga bimbingan belajar sangat penting untuk mengevaluasi kedisiplinan guru dan ketepatan durasi mengajar. Keakuratan data tersebut dibutuhkan untuk mengetahui jumlah jam kehadiran sebagai acuan perhitungan honor. Sistem kehadiran di Bimbel *After School Education Center* dilakukan setelah kegiatan belajar selesai secara manual, sehingga terjadi ketidakakuratan data kehadiran antara waktu kehadiran dengan kondisi sebenarnya. Solusinya, penulis melakukan penelitian bertujuan mengembangkan sistem absensi berbasis *web* menggunakan algoritma *Haversine* untuk meningkatkan akurasi pencatatan kehadiran guru. Sistem menggunakan teknologi *Global Positioning System (GPS)* untuk memverifikasi lokasi guru saat absensi dengan mengukur jarak antara posisi guru dan lokasi bimbel dalam radius 15 meter dengan memanfaatkan algoritma *Haversine*, sehingga meningkatkan ketepatan data lokasi. Sistem juga dilengkapi fitur pengambilan *picture* sebagai kehadiran guru dikelas, sehingga lebih meningkatkan akurasi data absensi. Pengembangan sistem menggunakan metode *Waterfall* mencakup komunikasi, perencanaan, pemodelan, konstruksi, dan implementasi. Pengujian sistem dilakukan dengan metode *black box testing* dan *white box testing* untuk memastikan semua fitur beroperasi sesuai harapan serta menguji keakurasian *GPS*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini efektif dan efisien dalam mengelola data kehadiran, meningkatkan transparansi, dan mengurangi potensi manipulasi data. Sedangkan hasil pengujian akurasi *GPS* pada sistem absensi berfungsi dengan baik dengan kesalahan di bawah 10%.

Kata kunci : Algoritma *Haversine*, Sistem Absensi, Web, *GPS*

1. PENDAHULUAN

Keakuratan data kehadiran tenaga pendidik merupakan salah satu aspek penting dalam pengelolaan lembaga pendidikan, termasuk pada lembaga bimbingan belajar. Catatan kehadiran tidak hanya menunjukkan tingkat kedisiplinan guru, tetapi juga berkaitan dengan evaluasi kinerja serta perhitungan honor mengajar. Apabila sistem pencatatan tidak dilakukan secara objektif dan terstruktur, maka data yang dihasilkan berpotensi tidak mencerminkan kondisi sebenarnya.

Di banyak institusi pendidikan, sistem kehadiran masih dilaksanakan secara manual dengan menggunakan media kertas. Metode pencatatan ini memiliki beberapa kelemahan, termasuk kerentanan terhadap kesalahan penulisan, kehilangan arsip, dan ketiadaan mekanisme verifikasi yang dapat memastikan waktu dan lokasi kehadiran secara akurat [1]. Selain itu, absensi manual memfasilitasi potensi manipulasi data karena tidak adanya sistem validasi terintegrasi [2].

Permasalahan sistem kehadiran juga terjadi pada *After School Education Center* di Kota Palembang yang masih menggunakan metode absensi konvensional. Pencatatan kehadiran dilakukan setelah kegiatan mengajar selesai, sehingga tidak terdapat sistem yang mencatat waktu kedatangan secara otomatis. Kondisi ini memungkinkan terjadinya ketidaksesuaian antara waktu kehadiran yang dicatat dengan kondisi sebenarnya. Hal ini menjadi penting

karena sistem penggajian dihitung berdasarkan jumlah jam atau durasi pertemuan mengajar, sehingga ketidakakuratan pencatatan waktu dapat mempengaruhi perhitungan honor yang diterima oleh tenaga pendidik. Salah satu solusi permasalahan tersebut, penulis melakukan penelitian dengan tujuan mengimplementasikan sistem absensi berbasis *web* dengan validasi lokasi menggunakan algoritma *Haversine* pada Bimbel *After School Education Center* guna meningkatkan akurasi pencatatan kehadiran, meminimalkan potensi manipulasi data, serta mendukung transparansi dalam perhitungan honor mengajar.

Sistem yang disusulkan berbasis *web* dengan menggunakan algoritma *Haversine* yang terintegrasi dengan perangkat *smartphone*. *Smartphone* modern kini dilengkapi dengan fitur *Global Positioning System (GPS)* yang dapat mendeteksi koordinat lokasi pengguna dengan akurasi tinggi [3]. Penentuan jarak antara posisi pengguna dan lokasi lembaga, salah satu metode yang dapat diterapkan adalah algoritma *Haversine*, yang menghitung jarak dua titik berdasarkan koordinat lintang dan bujur dengan memperhitungkan kelengkungan bumi [4] [5].

Pengembangan sistem menggunakan metode *Waterfall* dengan tahapan mulai dari komunikasi, perencanaan, pemodelan, konstruksi, dan implementasi. Sedangkan pengujian sistem secara fungsionalitas menggunakan *black box testing* dan *white box testing*. Fitur absensi untuk mendeteksi

keakuratan jarak lokasi guru dengan lokasi bimbel dengan maksimal radius 15 meter menggunakan algoritma *Haversine*. Selain itu, fitur tambahan agar lebih akurat lagi, sistem memiliki fitur pengambilan *picture* sebagai verifikasi guru sudah berada di kelas. Luaran yang diharapkan dengan sistem ini adalah membantu admin dan guru melakukan pengelolaan absensi di Bimbel *After School Education Center* secara akurat dan transparan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Absensi

Sistem absensi merupakan perangkat lunak yang dirancang untuk mempermudah tugas dan mengurangi kesalahan dalam pencatatan kehadiran manual, seperti kesalahan input data atau kehilangan bukti fisik catatan kehadiran. Melalui sistem absensi, pencatatan kehadiran dapat dilakukan secara otomatis dan disimpan dalam basis data, sehingga memfasilitasi proses pemantauan, rekapitulasi, dan pelaporan kehadiran secara berkala [6].

2.2. Global Positioning System (GPS)

Global Positioning System (GPS) merupakan sistem navigasi dan pemantauan posisi berbasis satelit yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat. Sistem ini dirancang untuk menyediakan posisi dan kecepatan tiga dimensi serta informasi waktu secara kontinu di seluruh dunia, tanpa bergantung pada waktu dan cuaca, untuk banyak pengguna secara bersamaan. Saat ini, *GPS* telah banyak dimanfaatkan di seluruh dunia dalam berbagai bidang aplikasi yang memerlukan informasi akurat mengenai posisi, kecepatan, percepatan, atau waktu. *GPS* dapat menyediakan informasi posisi dengan akurasi bervariasi dari beberapa milimeter hingga puluhan meter [7].

2.3. Geolocation

Geolocation merupakan metode untuk menentukan posisi suatu objek di Bumi dalam berbagai kondisi cuaca. *Geolocation* memanfaatkan sejumlah satelit yang mengorbit bumi untuk melacak posisi. *Geolocation* beroperasi dengan mengukur jarak dari satelit ke penerima lokasi; minimum tiga satelit diperlukan untuk menentukan posisi dua dimensi dan empat satelit untuk posisi tiga dimensi. Lebih banyak satelit dapat menentukan posisi dengan lebih akurat, sehingga titik persimpangan menjadi lebih kecil [8].

2.4. Algoritma Haversine

Algoritma Haversine digunakan untuk menghitung jarak antara titik di permukaan bumi dengan menggunakan koordinat garis lintang (*latitude*) dan garis bujur (*longitude*) sebagai variabel input. Dengan mengasumsikan bahwa Bumi berbentuk bulat sempurna dengan jari-jari R 6.367,45 km, dan lokasi dua titik pada koordinat bola (lintang dan bujur) masing-masing adalah lon_1 , lat_1 , dan lon_2 , lat_2 [9]. Rumus *Haversine* :

$$Rad = derajat \cdot \left(\frac{\pi}{180}\right) \quad (1)$$

$$\Delta lat = lat_2 - lat_1 \quad (2)$$

$$\Delta long = long_2 - long_1 \quad (3)$$

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta lat}{2}\right) + \cos(lat_1) \cdot \cos(lat_2) + \sin^2\left(\frac{\Delta long}{2}\right) \quad (4)$$

$$c = 2 \cdot \text{atan2}(\sqrt{a}, \sqrt{1-a}) \quad (5)$$

$$d = R \cdot c \quad (6)$$

Keterangan :

Δlat = besaran perubahan *latitude*

$\Delta long$ = besaran perubahan *longitude*

a = nilai perantara untuk menghitung sudut lengkung antara dua titik

c = kalkulasi perpotongan sumbu

d = jarak (km)

R = jari-jari bumi sebesar 6371(km)

2.5. Pengujian Sistem

Pengujian sistem digunakan untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai harapan dan bebas dari kesalahan. Dalam penelitian ini, terdapat tiga jenis pengujian yang diterapkan yaitu *black box testing*, *white box testing*, dan Pengujian kesalahan relatif serta akurasi *GPS*.

2.6. Black Box Testing

Black box testing dikenal sebagai pengujian perilaku atau pengujian fungsional, berfokus pada persyaratan fungsional dari perangkat lunak. Dengan demikian, teknik *black-box* memungkinkan perancang uji untuk merumuskan serangkaian kondisi input yang dapat secara komprehensif menguji semua kebutuhan fungsional program [10].

2.7. White Box Testing

White Box Testing dikenal sebagai pengujian kotak kaca atau pengujian struktural yang berfokus pada struktur interior sistem. Pengujian ini mencakup analisis kontrol alur untuk memastikan bahwa setiap jalur dalam modul telah diuji. Metode ini menguji keputusan logis, iterasi, dan struktur data internal untuk memastikan validitasnya [10]. Pengukur kompleksitas siklomatik (*Cyclomatic Complexity*) menggunakan rumus:

$$V(G) = E - N + 2 \quad (7)$$

atau

$$V(G) = P + 1 \quad (8)$$

Dimana :

$V(G)$ = *Cyclomatic Complexity*

E = Jumlah *edge* pada *flow graph*

N = Jumlah *node* pada *flow graph*

P = Jumlah *predicate node*

2.8. Pengujian Kesalahan Relatif dan Akurasi GPS

Pengujian ini memastikan keakuratan lokasi *GPS* dengan membandingkan jarak yang dihitung menggunakan algoritma *Haversine* dan jarak yang diukur secara manual [3]. Rumus untuk menghitung kesalahan relatif dan akurasi *GPS* adalah:

a. Kesalahan Relatif (*Error Calculation*):

$$e = \frac{|a-a^*|}{a} \times 100\% \quad (9)$$

Dimana :

e = *Error Calculation*

a = nilai jarak aktual yang diukur secara manual.

a* = nilai jarak hasil perhitungan *GPS*.b. Akurasi *GPS*

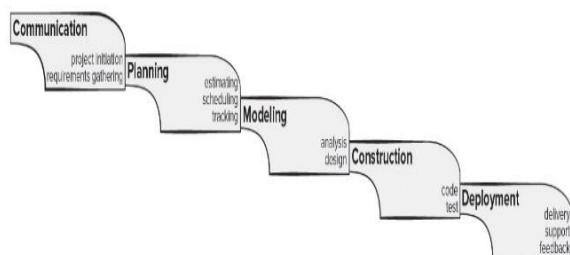
$$\text{Akurasi GPS} = 100\% - e \quad (10)$$

2.9. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian sebelum yang serupa tentang pengembangan sistem absensi berbasis teknologi lokasi untuk meningkatkan akurasi pencatatan kehadiran, yakni penelitian Mursid dan Hazani [9] mengimplementasikan algoritma *Haversine* pada sistem absensi berbasis *web* untuk menghitung jarak antara lokasi pengguna dan lokasi absensi sehingga presensi hanya dapat dilakukan pada radius tertentu. Penelitian Fauzan et al [1] serta Antono dan Dwiasnati [2] menunjukkan bahwa pemanfaatan *GPS* dan algoritma *Haversine* pada sistem absensi mampu memvalidasi lokasi pengguna saat melakukan presensi dan meminimalkan manipulasi data kehadiran. Selain itu, penelitian Jannah et al [8] mengembangkan sistem absensi berbasis *web* menggunakan teknologi *geolocation* untuk mendeteksi posisi pengguna secara otomatis. Persamaan dengan penelitian ini terletak pada penggunaan teknologi *GPS* untuk lokasi dalam proses validasi kehadiran pengguna. Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang dilakukan penulis adalah berfokus pada pengembangan sistem absensi berbasis *website* yang diterapkan di lembaga bimbingan belajar untuk meningkatkan akurasi pencatatan kehadiran pengajar dan fitur *picture* yang memastikan guru berada di kelas.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian terapan dengan keluaran berupa sistem absensi berbasis *web* dan metode *Waterfall*. Metode ini merupakan model pengembangan perangkat lunak yang dilaksanakan secara sistematis dan berurutan, di mana setiap tahap harus diselesaikan sebelum melanjutkan ke tahap selanjutnya [11]. Tahapan metode pengembangan sistem *Waterfall* seperti pada Gambar 1.

Gambar 1. Metode *Waterfall*

3.1. Communication

Tahap ini digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem melalui pengumpulan data dengan cara observasi, wawancara, dan studi literatur terkait sistem absensi yang diterapkan di Bimbel *After School Education Center* menggunakan algoritma *Haversine*.

3.2. Planning

Penulis melakukan perencanaan pengembangan sistem, seperti penyusunan jadwal pelaksanaan, identifikasi kebutuhan perangkat lunak, dan penentuan ruang lingkup sistem.

3.3. Modeling

Modeling dilakukan untuk menganalisis kebutuhan sistem dan perancangan struktur sistem, seperti perancangan alur proses, desain antarmuka, dan perancangan basis data yang akan digunakan untuk penyimpanan data absensi.

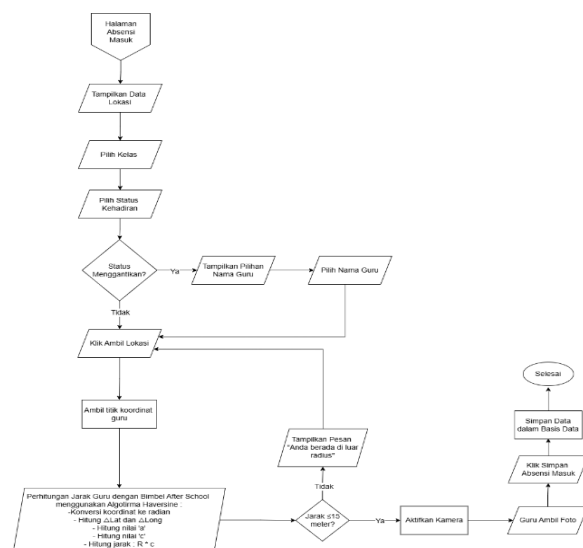
3.4. Construction

Pada tahap ini, penulis melakukan pengembangan sistem dengan menggunakan bahasa pemrograman *PHP* dan basis data *MySQL*. Sistem absensi dibuat dengan fitur validasi lokasi menggunakan algoritma *Haversine* dan pengambilan *picture* melalui kamera perangkat selama proses absensi.

3.5. Deployment

Tahap terakhir mencakup pelaksanaan dan pengujian sistem untuk memastikan sistem beroperasi sesuai dengan kebutuhan pengguna dan mencatat data kehadiran dengan akurat.

3.6. Pemodelan Sistem

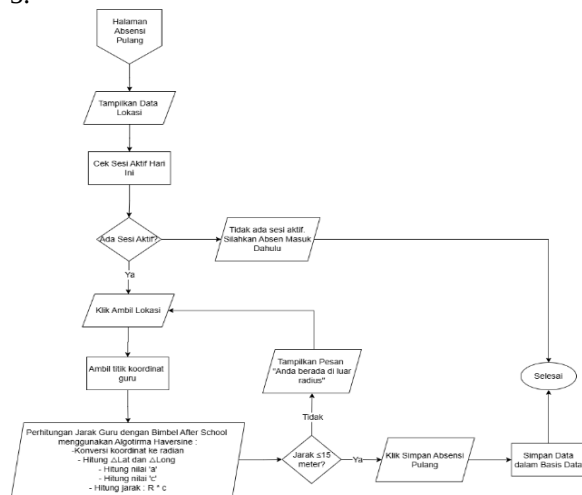


Gambar 2. Flowchart Absensi Masuk

Sistem absensi dibuat untuk memudahkan guru maupun admin melakukan pengelolaan absensi. Absensi yang wajib dilakukan oleh Guru adalah absen

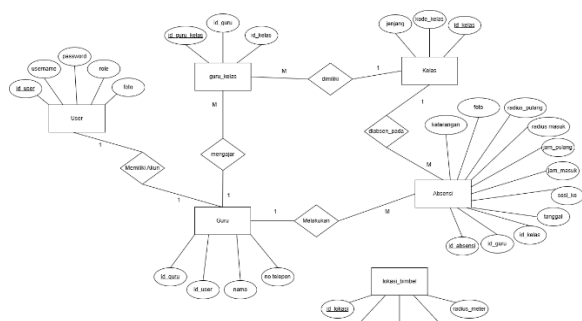
masuk maupun absensi pulang. Gambar 2 merupakan *flowchart* absensi guru masuk melalui sistem.

Pada *flowchart* absensi masuk guru membuka halaman absensi, memilih kelas, dan menentukan status kehadiran. Setelah itu, guru menekan tombol untuk ambil lokasi menggunakan *Geolocation*. Sistem menghitung jarak antara lokasi Guru dan bimbél menggunakan algoritma *Haversine*. Jika jarak lebih dari 15 meter, absensi tidak bisa dilakukan. Jika jarak valid, sistem mengaktifkan kamera untuk foto sebagai bukti kehadiran dan data absensi tersimpan, proses absensi selesai. Setelah Guru selesai mengajar, maka guru melakukan absensi pulang seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. *Flowchart* Absensi Pulang

Pada *flowchart* absensi pulang, guru membuka halaman absensi pulang dan sistem memeriksa apakah ada sesi absensi aktif. Jika tidak ada, sistem meminta guru untuk absensi masuk. Jika ada sesi aktif, guru menekan tombol ambil lokasi, dan sistem menghitung jarak menggunakan algoritma *Haversine*. Jika jarak lebih dari 15 meter, absensi tidak dapat dilakukan. Jika jarak valid, guru menekan tombol simpan, maka data absensi disimpan dan selesai.



Gambar 4. *ERD* Sistem Absensi

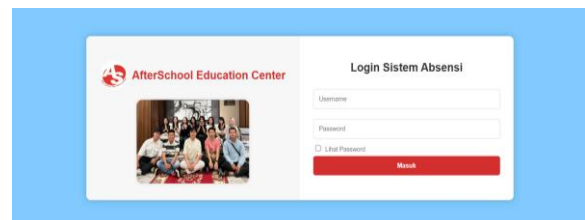
Perancangan database memiliki 6 tabel baik yang berelasi maupun tidak berelasi. Relasi tersebut dituangkan dalam bentuk Entity Relationship Diagram (*ERD*) pada Gambar 4.

Entity Relationship Diagram (ERD) pada Gambar 4 menggambarkan struktur basis data yang diterapkan dalam sistem absensi berbasis *web*. *ERD* ini menunjukkan hubungan antar tabel utama, yaitu User, Guru, Kelas, Absensi, dan Lokasi_Bimbél. Tabel User terhubung dengan tabel Guru yang menyimpan data pengajar, sementara Guru berhubungan dengan Kelas yang diajarkan. Setiap Guru dapat memiliki banyak Absensi, yang mencatat waktu kehadiran dan lokasi berdasarkan perhitungan *Haversine*. Tabel Lokasi_Bimbél menyimpan koordinat lokasi bimbél yang digunakan untuk memvalidasi jarak absensi. Relasi antar tabel membantu proses absensi dengan validasi lokasi dan pengelolaan data absensi yang lebih efisien, transparan, dan terstruktur.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

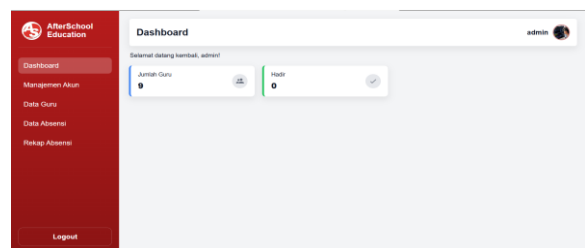
4.1. Hasil Implementasi Sistem

Admin maupun Guru memiliki hak akses terhadap sistem dengan cara memasukkan akun masing-masing melalui halaman login. Gambar 5 merupakan halaman login.



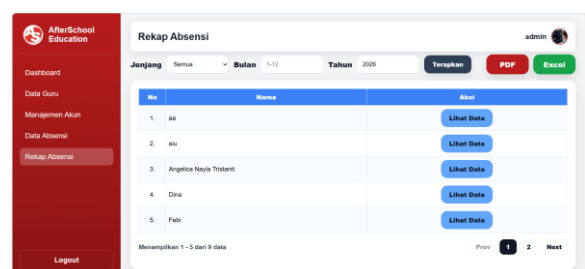
Gambar 5. Halaman Login

Halaman *login* digunakan untuk masuk ke dalam sistem dengan memasukkan *username* dan *password*. Jika data valid, Admin maupun Guru akan diarahkan ke *dashboard* sesuai *role*.



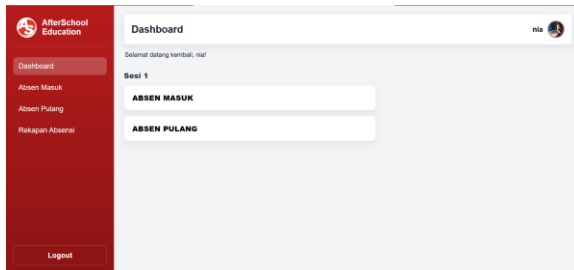
Gambar 6. Halaman *Dashboard* Admin

Halaman *dashboard* admin menampilkan informasi ringkasan serta menu navigasi untuk mengelola data pada sistem.



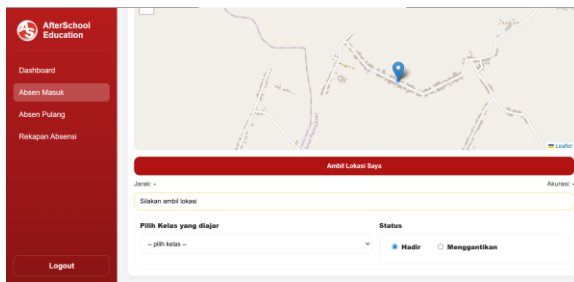
Gambar 7. Halaman Rekap Absensi Admin

Halaman rekap absensi digunakan oleh admin untuk melihat data kehadiran Guru berdasarkan periode tertentu. Admin dapat melakukan filter data berdasarkan jenjang, bulan, dan tahun. Selain itu, tersedia fitur untuk mengunduh laporan rekap absensi dalam bentuk PDF dan Excel.



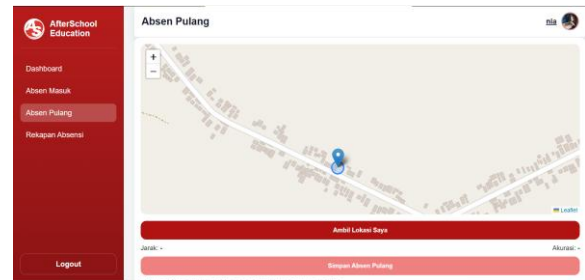
Gambar 8. Halaman Dashboard Guru

Halaman *dashboard* Guru digunakan untuk menampilkan informasi absensi guru pada hari tersebut, seperti jam masuk, jam pulang, dan status kehadiran.



Gambar 9. Halaman Absensi Masuk

Halaman absensi masuk digunakan oleh Guru untuk melakukan absensi sebelum mengajar. Sistem akan mengambil lokasi Guru dan menghitung jarak menggunakan algoritma *Haversine* sebelum data disimpan.



Gambar 10. Halaman Absensi Pulang

Halaman absensi pulang digunakan oleh Guru untuk melakukan absensi setelah selesai mengajar. Sistem melakukan validasi lokasi sebelum menyimpan data absensi pulang.

4.2. Pengujian Sistem

Dalam penelitian ini, pengujian sistem dilakukan dengan 3 cara untuk memastikan bahwa sistem absensi berbasis *web* menggunakan algoritma *Haversine* dapat beroperasi dengan baik. Pengujian tersebut meliputi *black box testing*, *white box testing*, dan pengujian kesalahan relatif serta akurasi *GPS*.

4.3. Black Box Testing

Pengujian ini berfokus untuk memastikan bahwa sistem beroperasi sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan fungsional yang telah ditetapkan baik halaman Admin maupun Guru.

Tabel 1. Pengujian Black Box Testing

Menu	Aksi	Hasil
Halaman Login	Username dan password diisi benar	Sistem menampilkan dashboard sesuai role pengguna
	Username benar dan password salah	Sistem menampilkan pesan login gagal
Dashboard Admin	Admin berhasil login	Sistem menampilkan halaman dashboard admin
Dashboard Guru	Guru berhasil login	Sistem menampilkan halaman dashboard guru
Profil Admin	Admin membuka halaman profil	Sistem menampilkan data profil admin
	Admin mengubah data profil	Sistem menampilkan pesan data profil berhasil diubah
Profil Guru	Guru membuka halaman profil	Sistem menampilkan data profil guru
	Guru mengubah data profil	Sistem menampilkan pesan data profil berhasil diubah
Manajemen Akun	Username, password, dan role terisi lengkap	Sistem menampilkan pesan data berhasil ditambahkan
	Username atau password kosong	Sistem menampilkan pesan untuk melengkapi data
Data Guru	Data guru terisi lengkap	Sistem menampilkan data guru berhasil ditambahkan
	Ada data guru yang kosong	Sistem menampilkan pesan untuk melengkapi data
	Guru menekan tombol ambil lokasi	Sistem menampilkan koordinat lokasi guru
Absensi Masuk	Lokasi guru valid	Sistem mengizinkan proses absensi masuk
	Lokasi guru tidak valid	Sistem menampilkan pesan di luar radius absensi
Absensi Pulang	Guru menekan tombol ambil lokasi	Sistem menampilkan koordinat lokasi guru
	Lokasi guru valid	Sistem mengizinkan proses absensi pulang
	Lokasi guru tidak valid	Sistem menampilkan pesan di luar radius absensi
Rekap Absensi Admin	Admin memilih unduh PDF	Sistem mengunduh file rekap absensi dalam format PDF
	Admin memilih unduh Excel	Sistem mengunduh file rekap absensi dalam format Excel

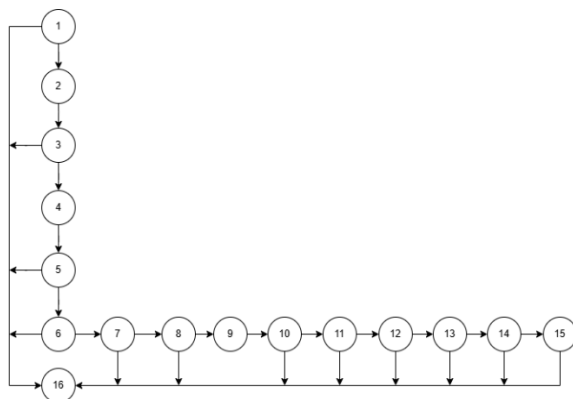
4.4. White Box Testing

White Box Testing berfokus pada evaluasi struktur internal suatu sistem, khususnya aliran logis dalam kode yang mengimplementasikan algoritme *Haversine* dan berbagai fitur lainnya. Uji ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap jalur dalam kode dieksekusi sesuai harapan dan memverifikasi bahwa semua keputusan dalam kode sudah diuji. Ini adalah pengujian *white box* menggunakan metode *control flow testing* pada script proses_absen_masuk.php.

Tabel 2. Script proses_absensi_masuk

Script	Node
if (!isset(\$_SESSION['role']))	1
\$user_id = \$_SESSION['user_id'] ?? '';	2
if (\$user_id == '')	3
\$id_kelas_pilih = (int)(\$_POST['id_kelas_pilih'] ?? 0);	4
if (\$id_kelas_pilih <= 0)	5
if (\$lat_guru == 0)	6
if (\$fotoBase64 == '')	7
if (!\$cekKelas)	8
\$jarak_server = haversine_m(\$lat_guru, \$lon_guru, \$lat_bimbel, \$lon_bimbel);	9
if (\$jarak_server > \$radius)	10
if (\$id_guru <= 0)	11
if (\$cekOngoing && mysqli_num_rows(\$cekOngoing) > 0)	12
if (\$binary === false)	13
if (file_put_contents(\$target, \$binary) === false)	14
if (!\$ok)	15
}	16

Setelah memberikan nomor node pada script, *flowgraph* dari script proses absensi masuk yang dapat dilihat pada Gambar 11 dibawah ini:



Gambar 11. Flowgraph Script Proses Absensi Masuk

Perhitungan *cyclomatic complexity* pada script proses absensi masuk, yakni :

$$V(G) = E - N + 2$$

$$V(G) = 26 - 16 + 2$$

$$V(G) = 10 + 2$$

$$V(G) = 12 \text{ (Prosedur yang lebih kompleks)}$$

Hasil *independent path* pada *flowgraph* diatas dapat dijabarkan sebagai berikut:

Path 1 : 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10 – 11 – 12 – 13 – 14 – 15 – 16
 Path 2 : 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10 – 11 – 12 – 13 – 14 – 16
 Path 3 : 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10 – 11 – 12 – 13 – 16
 Path 4 : 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10 – 11 – 12 – 16
 Path 5 : 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10 – 11 – 16
 Path 6 : 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10 – 16
 Path 7 : 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 16
 Path 8 : 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 16
 Path 9 : 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 16
 Path 10 : 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 16
 Path 11 : 1 – 2 – 3 – 16
 Path 12 : 1 – 16

4.5. Pengujian Kesalahan Relatif dan Akurasi GPS

Pengujian akurasi *GPS* bertujuan untuk memastikan keakuratan lokasi yang diperoleh dari perangkat *GPS* dengan membandingkan hasil perhitungan jarak menggunakan rumus *Haversine* terhadap jarak yang diukur secara manual. Pengujian ini dilakukan dengan mengambil beberapa titik lokasi absensi, menghitung jarak *GPS*, dan membandingkannya dengan jarak nyata untuk mengetahui apakah sistem absensi berbasis web berfungsi dengan tepat dan akurat. Tabel 3 merupakan perbandingan perhitungan jarak antara manual dan sistem menggunakan algoritma *Haversine*:

Tabel 3. Perbandingan Hasil Perhitungan Jarak

No	Manual (m)	Sistem Haversine (m)
1.	1 m	1,05 m
2.	2 m	2,14 m
3.	5 m	5,47 m
4.	10 m	10,10 m
5.	15 m	15,21 m

Dari hasil perbandingan perhitungan jarak tersebut, dilakukan perhitungan kesalahan relatif dan keakurasian titik *GPS* yang di ambil.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Keakurasian

Manual (m)	Sistem Haversine(m)	Kesalahan Relatif %	Keakurasian %
1 m	1,05 m	5 %	95 %
2 m	2,14 m	7 %	93 %
5 m	5,47 m	9,4 %	90,6%
10 m	10,10 m	1 %	99 %
15 m	15,21 m	1,4 %	98,6 %

Berdasarkan hasil ketiga pengujian yang dilakukan, kesalahan relatif antara jarak *GPS* yang dihitung dengan rumus *Haversine* dan jarak aktual yang diukur secara manual tetap berada dalam batas yang dapat diterima. Hasil ini menunjukkan bahwa akurasi *GPS* pada sistem absensi berfungsi dengan

baik dan dapat diandalkan dikarenakan kesalahan yang relatif kecil (di bawah 10%).

5. KESIMPILAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sistem absensi berbasis *web* menggunakan algoritma *Haversine* pada *Bimbel After School Education Center* berhasil meningkatkan akurasi pencatatan kehadiran guru dengan memanfaatkan teknologi *GPS* dan algoritma *Haversine* untuk memvalidasi lokasi guru. Absensi hanya dapat dilakukan, jika Guru berada dalam radius 15 meter dari lokasi bimbel dan pengambilan *picture* sebagai bukti kehadiran di kelas berjalan sesuai prosedur. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berfungsi dengan baik, memungkinkan admin dan Guru untuk melihat rekapitulasi absensi secara *real-time*, serta meningkatkan transparansi dan efisiensi pengelolaan data absensi. Sedangkan pengujian akurasi *GPS* menunjukkan bahwa sistem absensi berfungsi dengan baik dengan kesalahan yang relatif kecil (di bawah 10%). Pengembangan lebih lanjut, disarankan ada penambahan fitur absensi setiap tahun akademik untuk memudahkan pengelolaan data, penjadwalan otomatis untuk mengurangi kesalahan pencatatan absensi, serta mengeksplorasi penggunaan algoritma lain, seperti *Euclidean* untuk meningkatkan akurasi penghitungan jarak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Fauzan, E. Christian, and P. B. A. A. Putra, "Rancang Bangun Aplikasi Presensi Menggunakan Algoritma Haversine (Studi Kasus Badan Kepegawaian Daerah Provinsi Kalimantan Tengah) Berbasis Android", *JOINTECOMS (Journal of Information Technology and Computer Science)*, vol. 4, no. 1, March 2024, pp. 81–88, 2024
- [2] F. Antono, and S. Dwiasnati, "Implementasi Absensi Karyawan Menggunakan Algoritma Haversine dengan Global Positioning System Berbasis Android", *Jurnal Esensi Infokom*, vol. 6, no. 1, Mei 2022, pp. 1–10, 2022.
- [3] Y. Miftahuddin, S. Umaroh, and F.B. Karim, "Perbandingan Metode Perhitungan Jarak Euclidean, Haversine, Dan Manhattan Dalam Penentuan Posisi Karyawan", *Jurnal Tekno Insentif*, vol. 14, no. 2, Oktober 2022, pp. 69–77, 2020, doi: 10.36787/jti.v14i2.270.
- [4] D. Yusuf, A. R. Mahbub, and S. Supriyadi, "Sistem Informasi Inventaris Berbasis Web Menggunakan Algoritma Haversine di Dinas Pemadam Kebakaran Kota Bekasi", *Jurnal Nuansa Informatika*, vol. 16, no. 1, Januari 2022, pp. 172–177, 2022.
- [5] A. Dessisiliya, A. Ikhwan, and R. A. Putri, "Sistem Informasi Geografis Sekolah Di Kota Medan Menggunakan Algoritma Haversine", *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, vol. 7, no. 3, April 2023, pp. 359–363, 2023.
- [6] N. Aizah, and F. Santoso, "Implementasi Sistem Absensi Siswa Berbasis Web Menggunakan Whatsapp Gateway Di SDN 2 Seletreng", *Seminar Nasional Riset dan Inovasi Teknologi (SEMNAS RISTEK) 2024*, vol. 8, no. 1, pp. 309–314, 2024.
- [7] E. Rouza, S. R. Mustafa, Basorudin, and Y. Wulandari, "Rancang Bangun Aplikasi Absensi Guru Menggunakan GPS Berbasis Web Responsive Android Smk Negeri 1 Rambah", *Riau Journal of Computer Science*, vol. 9, no. 1, Januari 2023, pp. 1–13, 2023.
- [8] M. Jannah, I. Nawangsih, and Edora, "Implementasi Aplikasi Absensi Karyawan Menggunakan Geolocation", *Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research*, vol. 7, no. 3, Agustus 2023, pp. 797–819, 2023, doi: 10.52362/jisamar.v7i3.1176.
- [9] Mursid and L. O. Hazani, "Implementasi Formula Haversine Pada Sistem Absensi Pegawai Berbasis Web (Studi Kasus: SMA Islam Guppi Kota Sorong)", *Jurnal Teknologi Informatika (JTI)*, vol. 12, no. 2, Oktober 2024, pp. 9–17, 2024.
- [10] E. Ali, *Rekayasa Perangkat Lunak*, Cetakan Pertama : Januari 2019. Yogyakarta: CV MFA, 2019.
- [11] B. R. M. Pressman, Roger S, *Software Engineering: A Practitioner's Approach 9th Edition*, 9th ed. 2 Penn Plaza, New York, NY: McGraw-Hill Education, 2019.