



Artikel Penelitian

Pembangunan Peta Digital Universitas Andalas Berbasis Web

Lusi Susanti^a, Husnil Kamil^b, Immalatunil Khaira Affi^c, Rivonny Wulandari^d, Ashila Nurul Huda^{e,*}

^{a,e} Departemen Teknik Industri, Universitas Andalas; Jalan Kampus Limau Manis, Kec. Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat 25163 Indonesia

^{b,c,d} Departemen Sistem Informasi, Universitas Andalas; Jalan Kampus Limau Manis, Kec. Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat 25163 Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 2 Agustus 2024

Revisi Akhir: 23 Oktober 2024

Diterbitkan Online: 31 Desember 2024

KATA KUNCI

Peta digital,
Web,
Universitas Andalas

KORESPONDENSI

E-mail: ashilanurulhuda@ymail.com*

A B S T R A C T

Informasi merupakan suatu bagian dari komponen komunikasi yang memegang peranan penting agar pesan yang ingin disampaikan oleh komunikator dapat ditransmisikan secara baik. Informasi yang dapat diberikan oleh display salah satunya adalah informasi mengenai keberadaan lokasi yang akan dituju. Salah satu lingkungan yang memerlukan display yang dapat memberikan informasi keberadaan lokasi yang akan dituju adalah kampus Universitas Andalas. Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan pada peserta SNMPTN, didapatkan 93% responden kesulitan dalam menemukan lokasi ujian yang dicari dikarenakan minimnya display peta lokasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan pembangunan peta digital Universitas Andalas yang dapat diakses dengan mudah oleh pengguna. Sistem yang dibangun berbasis web dan menggunakan codeigniter sebagai framework PHP, penyimpanan data dan server menggunakan Laragon, serta Leaflet js untuk menampilkan peta. Perancangan sistem terdiri dari pembuatan use case diagram, database, dan user interface. Kemudian, dilakukan pengkodean dan pengujian sistem dengan metode blackbox testing. Penelitian ini menghasilkan sistem berupa peta digital yang mempermudah pengguna mendapatkan akses informasi lokasi dan bangunan yang terdapat di wilayah Universitas Andalas.

1. PENDAHULUAN

Informasi merupakan suatu bagian dari komponen komunikasi yang memegang peranan penting agar pesan yang ingin disampaikan oleh komunikator dapat ditransmisikan secara baik. Menurut kelangsungannya, komunikasi dapat berlangsung melalui dua cara, yakni komunikasi secara langsung maupun secara tidak langsung. Komunikasi tidak hanya terjadi antar sesama manusia, namun juga dapat terjadi antara manusia dengan lingkungannya. Lingkungan manusia meliputi rumah, kampus, kantor, jalan raya, dan lain-lain. Dalam hal ini manusia juga tidak dapat secara langsung berinteraksi dengan lingkungannya, karena lingkungan tidak bisa dengan sendirinya menyampaikan informasi kepada manusia secara langsung. Oleh karena itu, dibutuhkan alat bantu yang dapat digunakan manusia untuk berinteraksi dengan lingkungannya yaitu *display*.

Display merupakan bagian dari lingkungan yang memberi informasi kepada manusia agar tugas-tugasnya menjadi lancar

[1]. Agar display dapat menjalankan fungsinya dengan baik, yaitu menyajikan informasi yang diperlukan manusia dalam melaksanakan pekerjaannya, maka *display* harus dirancang dengan baik. *Display* yang baik adalah *display* yang dapat menyampaikan informasi selengkap mungkin tanpa menimbulkan banyak kesalahan dari manusia yang menerimanya.

Informasi yang dapat diberikan oleh *display* salah satunya adalah informasi mengenai keberadaan lokasi yang akan dituju. Contoh *display* yang dapat memberikan informasi mengenai keberadaan lokasi yang akan dituju adalah *display* penunjuk dan peta lokasi. *Display* penunjuk lokasi merupakan *display* yang menampilkan urutan perintah (seperti belok kiri, jalan lurus, dan lain-lain) untuk mencapai tujuan yang diinginkan [2]. Menurut SEG D (*US Society of Enviromental Graphic Designer*) dalam [3], selain mengarahkan manusia untuk mencapai tujuan yang diinginkan, *display* penunjuk lokasi juga berfungsi untuk memperkuat kualitas lingkungan secara visual yaitu dapat membuat manusia lebih merasakan ruang di sekitarnya dan memberi ciri tersendiri

agar ruang atau lingkungan tersebut mudah diingat sehingga orang akan lebih mudah saat ingin kembali ke tempat semula.

Salah satu lingkungan yang memerlukan *display* yang dapat memberikan informasi keberadaan lokasi yang akan dituju adalah kampus Universitas Andalas. Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan dengan menyebarkan kuesioner pada 40 peserta SNMPTN yang sebagian besar baru pertama kali berkunjung ke Universitas Andalas, didapatkan bahwa 93% responden mengatakan kesulitan untuk menemukan lokasi ujian SNMPTN yang dicari. Salah satu penyebabnya adalah karena minimnya *display* yang memberikan petunjuk untuk menuju lokasi yang dicari. Saat ini, *display* penunjuk dan peta lokasi kampus Universitas Andalas hanya ada di bundaran gedung rektorat Universitas Andalas yang diperlihatkan pada Gambar 1.



(a)



(b)

Gambar 1. (a) *Display* Penunjuk, (b) Peta Lokasi yang Terdapat di Kampus Universitas Andalas

Gambar 1 menunjukkan bahwa desain dari *display* memiliki ukuran yang terlalu kecil sehingga menyebabkan pengguna kesulitan dalam membaca dan memahami informasi yang disajikan, terutama saat pengguna sedang berkendara. Selain itu, penempatan *display* yang hanya terdapat di satu lokasi, yaitu bundaran gedung rektorat, tidak memberikan arahan yang memadai bagi pengguna untuk mencapai lokasi yang dituju. Temuan ini diperkuat oleh hasil survei, di mana 83% dari responden menyatakan bahwa penunjuk lokasi di kampus

Universitas Andalas dianggap tidak memberikan informasi yang diinginkan (kurang informatif) dan 58% responden menyatakan bahwa penempatan penunjuk lokasi tidak tepat.

Dengan kondisi tersebut, salah satu solusi yang dapat diusulkan adalah menyediakan peta kampus digital yang dapat diakses dengan mudah oleh pengguna. Di era digital saat ini, ketersediaan informasi dengan kemudahan akses, kecepatan, dan akurasi menjadi faktor kunci dalam penyebaran informasi. Terlebih lagi, informasi tidak hanya ditujukan untuk kebutuhan internal, tetapi juga dapat mencakup pemangku kepentingan yang lebih luas. Dengan dukungan teknologi multimedia yang dapat diakses secara lebih mudah dan efisien, penyediaan peta digital Universitas Andalas menjadi suatu kebutuhan yang mendesak. Oleh karena itu, dilakukan penelitian terkait pembangunan peta digital Universitas Andalas yang berbasis *web*.

Terdapat beberapa teknologi yang digunakan dalam pembangunan peta digital Universitas Andalas, diantaranya teknologi *web*, *framework codeigniter*, *server* dan *database Laragon*, dan *Leaflet js*. *Web* adalah suatu sistem yang memudahkan pencarian informasi untuk menampilkan teks, gambar, multimedia dan lain sebagainya pada jaringan internet. *Codeigniter* merupakan *framework* berbasis PHP khusus untuk pengembangan aplikasi berbasis *web*. *Framework* ini digunakan karena memiliki ukuran yang relatif sangat kecil dan memiliki dokumentasi yang jelas serta komunitas yang luas. *Codeigniter* menggunakan kaidah *Model – View – Controller* (MVC) yang digunakan untuk memisahkan logika bisnis, data dan penyajian informasi. Selain itu, *Codeigniter* juga mempunyai berbagai macam built-in library yang siap digunakan sesuai kebutuhan. *Codeigniter* menggunakan *Database Management System* (DBMS) *MySql* yang umum karena bersifat *open source* dan mampu menangani data dalam jumlah yang besar [4].

Laragon merupakan aplikasi yang dapat mengubah komputer menjadi sebuah *server* maupun lokal atau dapat disebut sistem *web stack* untuk pengembangan *web*. *Laragon* berada di lingkungan yang terikat dengan sistem operasi *Windows* dan menawarkan program-program pendukung untuk pengembangan *web modern* seperti *Ruby on Rails*, *Laravel*, *Django*, *Flask*, *13 MEAN*, dan *Spring Boot* serta penggunaan *MySQL*, *PostgreSQL*, *MongoDB*, *Memcached*, *Redis*, *PHP*, *Ruby*, *Python*, *Node.js*, dan *Java yang mudah*. *Laragon* mampu bekerja dengan baik untuk mengembangkan sebuah *web* dan mempunyai kecepatan yang luar biasa. *Laragon* mempunyai beberapa fitur unggulan seperti mendukung *SSL*, memungkinkan *developer* mengubah versi program pendukung dengan mudah, mengatur *database*, membuat proyek aplikasi dengan cepat, dan tampilan yang *user friendly* [5].

Leaflet adalah perpustakaan *Java Script open-source* terkemuka untuk peta interaktif yang *mobile friendly*. Dengan ukuran hanya sekitar 38 kb, *leaflet* mempunyai semua fitur pemetaan yang paling dibutuhkan *developer*. *Leaflet* bekerja secara efisien di semua *platform desktop* dan seluler utama, dapat diperluas dengan banyak *plugin*, mempunyai *Application Programming Interface* (API) yang bagus, mudah digunakan, dan terdokumentasi dengan baik serta kode sumber yang mudah dibaca [6].

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian terkait pembangunan peta digital di beberapa universitas [7-22]. Diantaranya yaitu penelitian oleh [7] yang membuat *website* “Kampus Digital” di Universitas Tun Hussien onn Malaysia (UTHM) dengan menggunakan *Open Street Map*. *Open Street Map* merupakan *open databased* berlisensi dan pemetaan kolaboratif. Website ini dikembangkan menggunakan Joomla 3.8.13 dengan versi PHP, 5.6.25. Terdapat 204 lokasi yang diplot menggunakan website tersebut. Selain itu, penelitian serupa juga dilakukan oleh [8] yang menggunakan teknologi *Tigermapping*, aplikasi mobile untuk membuat peta kampus digital atau elektronik untuk mahasiswa dan tamu di Universitas Tuskegee India. Beberapa fitur aplikasi mobile berfungsi untuk mencari dan mendeskripsikan gedung-gedung di kampus. Perangkat lunak utama yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi seluler ini adalah *Android SDK* dengan *Eclipse*. *Android SDK* merupakan perangkat pengembangan perangkat lunak yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi untuk *platform Android*. Sebagian besar aplikasi ditulis menggunakan bahasa pemrograman Java.

Kemudian, [9] juga merancang peta digital yang bernama “*Smart Campus Map*” di Vishwakarma Institute of Technology India yang akan memberi gambaran singkat tentang lingkungan kampus. Pembuatan *prototype website* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Figma*. Selain itu, [10] membangun peta digital kampus Universitas Sumatera Utara dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG). Data dalam penelitian ini berupa koordinat titik-titik GCP, data gedung dan jalan, serta data citra SAS Planet. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan model komputer SIG yang terintegrasi dalam perangkat lunak Quantum GIS. Selanjutnya, [11] juga merancang peta digital dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) di Universitas Muhammadiyah Bengkulu. Untuk mengolah data lokasi, digunakan bahasa pemrograman PHP dan *database MySQL*. Sedangkan untuk implementasi GIS pada pemetaan kampus, digunakan *android studio* dengan bahasa pemrograman *java* dan *xml*. Selain itu, untuk menampilkan peta dan rute digunakan *Google Maps API*.

Adapun penelitian ini membangun sistem peta digital di kampus Universitas Andalas yang berbasis *web* dan menggunakan *codeigniter* sebagai *framework* PHP, penyimpanan data dan server menggunakan *Laragon*, serta *Leaflet js* untuk menampilkan peta. Perancangan sistem terdiri dari pembuatan *use case diagram*, *database*, dan *user interface*. Kemudian, dilakukan pengkodean dan pengujian sistem dengan metode *blackbox testing*. Sistem peta digital mempermudah pengguna mendapatkan akses informasi lokasi dan bangunan yang terdapat di wilayah Universitas Andalas.

2. METODE

Pembangunan peta digital Universitas Andalas dilakukan dalam beberapa tahap. Penjelasan metode seperti yang terlihat pada Gambar 2 sebagai berikut.

1. Studi Pendahuluan dan Observasi

Langkah awal dalam pelaksanaan penelitian ini adalah melakukan studi pendahuluan dan observasi terkait dengan kebutuhan informasi lokasi dan penunjuk arah di lingkungan kampus Universitas Andalas (Unand). Kebutuhan ini diperinci berdasarkan pengguna internal dan eksternal.

Lokasi-lokasi utama yang memiliki titik koordinat perlu diidentifikasi untuk disertakan dalam peta digital yang akan dikembangkan. Pencitraan melalui GPS atau melalui platform seperti *Google Maps* dapat digunakan sebagai input untuk proses pembuatan peta digital Unand yang akan menampilkan lokasi dan arah.

2. Analisis Sistem

Analisis sistem bertujuan untuk mengidentifikasi serta menganalisis kebutuhan fungsional dan non-fungsional, merinci kebijakan dan regulasi yang perlu dipatuhi, serta mengevaluasi kendala dan risiko yang mungkin muncul selama pengembangan. Selain itu, analisis sistem juga mencakup pemetaan proses bisnis yang sedang berjalan, menentukan kebutuhan pengguna, dan mengidentifikasi integrasi yang diperlukan oleh sistem.

3. Perancangan Sistem

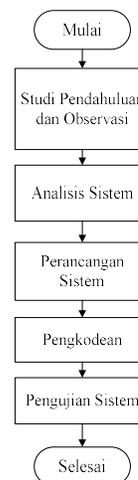
Tahap perancangan sistem terdiri dari pembangunan database, perancangan arsitektur sistem, dan pembuatan desain tampilan yang bersifat *user-friendly*. Pada tahap perancangan arsitektur sistem, peneliti fokus pada pengaturan kerangka kerja (*framework*) dan teknologi yang akan digunakan, serta merancang koneksi dan interaksi antar komponen sistem. Selain itu, pembuatan desain tampilan sistem mencakup penentuan antarmuka pengguna yang intuitif, responsif, dan sesuai dengan spesifikasi yang telah dianalisis sebelumnya dalam tahap analisis sistem.

4. Pengkodean

Pengkodean mencakup penerjemahan desain sistem menjadi bahasa pemrograman yang dapat dieksekusi oleh komputer. Kode-kode ini meliputi implementasi berbagai fungsi, modul, dan komponen yang telah direncanakan sebelumnya.

5. Pengujian Sistem

Pengujian sistem menyeluruh dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh sistem beroperasi dengan benar, dan pengujian penerimaan dilakukan bersama pemangku kepentingan untuk menentukan apakah sistem siap untuk diimplementasikan secara penuh.



Gambar 2. *Flowchart* Penelitian

3. HASIL

Pembangunan peta digital Universitas Andalas berbasis *web* telah berhasil dilakukan. Berikut ini merupakan tampilan antarmuka

yang dihasilkan dari pembangunan peta digital Universitas Andalas berbasis *web*.

3.1. Tampilan Antarmuka Beranda

Beranda dari Peta Digital Universitas Andalas berisi pengenalan terkait sistem informasi yang merupakan solusi dalam mencari bangunan yang sesuai dengan kebutuhan dan preferensi

pengguna di kawasan Universitas Andalas. Halaman ini menyajikan informasi terkait adanya rekomendasi bangunan penting, mulai dari gedung fasilitas publik hingga asrama. Pada halaman ini disajikan pula informasi terkait berbagai kategori bangunan yang dapat dijelajahi pengguna. Tampilan antarmuka dari beranda dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. UI Beranda

3.2. Tampilan Antarmuka Registrasi

Halaman registrasi dalam sistem Peta Digital Universitas Andalas dirancang untuk memfasilitasi proses pendaftaran pengguna baru. Pada halaman ini, pengguna diminta mengisi informasi seperti *username*, alamat *email*, dan kata sandi yang aman. Setelah pengguna berhasil mengisi formulir dengan benar, mereka dapat mengklik tombol "Registrasi" untuk menyelesaikan proses pendaftaran. Tampilan antarmuka dari beranda dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. UI Registrasi

3.3. Tampilan Antarmuka Login

Sistem Informasi Peta Digital Universitas Andalas menyediakan menu *login* untuk admin dan *user*. Menu *login* untuk admin memberikan akses khusus kepada pihak yang berkepentingan untuk mengelola dan memperbarui informasi terkait gedung, ruangan, dan fasilitas di universitas. Sedangkan *user* berperan sebagai calon admin yang dapat memantau informasi yang

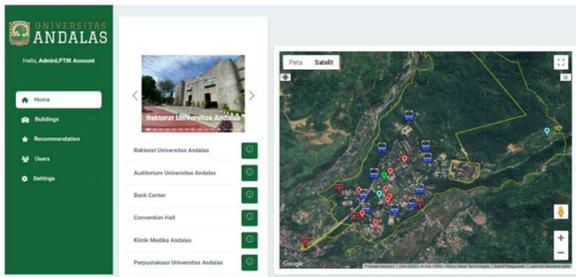
tersedia pada sistem. Tampilan antarmuka dari beranda dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. UI Login

3.4. Tampilan Halaman Utama untuk Admin

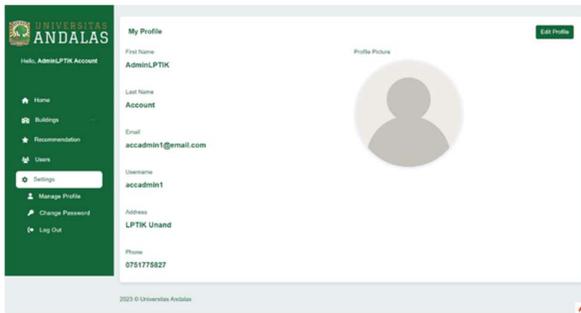
Menu halaman utama untuk admin di sistem Peta Digital Universitas Andalas menampilkan peta Universitas Andalas beserta rekomendasi bangunan dan *sidebar* yang berisi opsi-opsi penting seperti "Building", "Recommendation", "User" dan "Setting". Ketika admin masuk ke halaman utama maka akan ditampilkan antarmuka dari halaman utama yang menampilkan peta dan tempat yang direkomendasikan dengan tujuan agar pengguna dapat menjelajahi dan menemukan tempat menarik di universitas dengan lebih mudah. Tampilan antarmuka dari beranda dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Halaman Utama Admin

3.5. Tampilan Halaman Setting untuk Admin

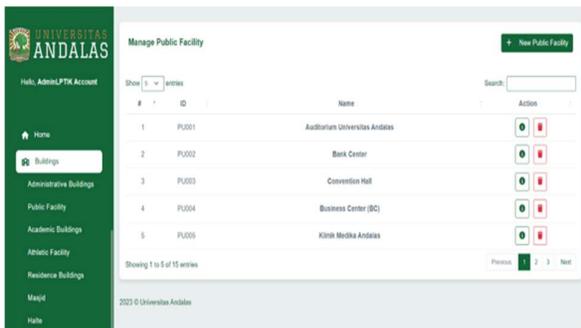
Menu halaman Setting admin di sistem Peta Digital Universitas Andalas memungkinkan admin untuk mengelola profil mereka secara pribadi. Dalam menu ini, admin dapat melihat dan mengedit informasi pribadi mereka, seperti nama, alamat email, foto profil, dan nomor telepon. Tampilan antarmuka dari beranda dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. UI Setting

3.6. Tampilan Halaman Buildings untuk Admin

Menu halaman "Buildings" memungkinkan admin untuk menambahkan dan mengelola data terkait gedung, sehingga memastikan keakuratan dan kelengkapan data lokasi di dalam kampus. Tampilan antarmuka dari beranda dapat dilihat pada Gambar 8 berikut.

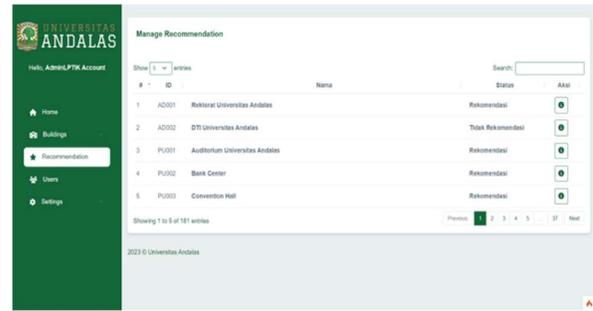


Gambar 8. UI Buildings

3.7. Tampilan Halaman Recommendation untuk Admin

Menu Recommendation digunakan untuk mengatur rekomendasi lokasi dan tempat menarik di kampus, hal ini guna mempengaruhi pengalaman pengunjung dengan menyoroti tempat-tempat

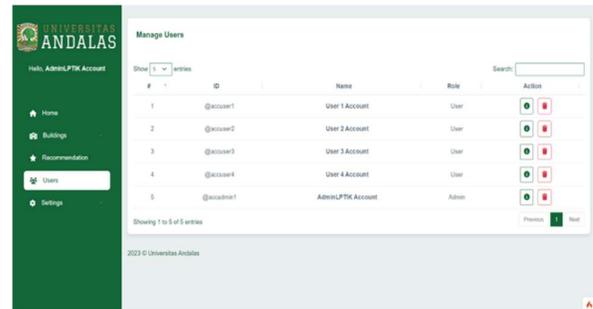
penting. Tampilan antarmuka dari beranda dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. UI Recommendation

3.8. Tampilan Halaman Users untuk Admin

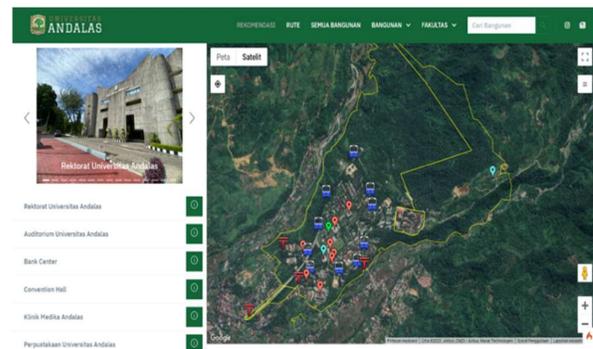
Halaman "Users" memungkinkan admin untuk mengelola pengguna lain yang memiliki akses ke sistem dan memberikan kontrol penuh terhadap pengguna sistem. Tampilan antarmuka dari beranda dapat dilihat pada Gambar 10 berikut.



Gambar 10. UI Users

3.9. Tampilan Halaman Bangunan untuk Visitor

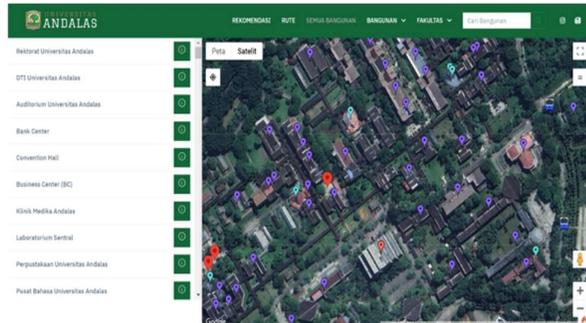
Menu halaman utama yang tersedia untuk pengunjung di sistem Peta Digital Universitas Andalas menampilkan navbar yang terdiri dari opsi Rekomendasi, rute, dan pencarian berdasarkan semua bangunan, bangunan, serta fakultas. Pada halaman utama visitor akan disajikan halaman peta dan informasi tentang lokasi-lokasi yang direkomendasikan di dalam kampus. Tampilan antarmuka dari beranda dapat dilihat pada Gambar 11 berikut.



Gambar 11. UI Bangunan

3.10. Tampilan Halaman Rute untuk Visitor

Menu bangunan pada *user interface* pengunjung digunakan untuk mencari dan menemukan informasi mengenai gedung-gedung yang ada di kampus, termasuk detail tentang setiap gedung, lokasi, dan fungsi yang ada di dalamnya. Tampilan antarmuka dari beranda dapat dilihat pada Gambar 12 berikut.



Gambar 12. UI Rute

4. PEMBAHASAN

4.1. Studi Pendahuluan dan Observasi

Langkah awal yang sangat penting dalam merancang peta digital untuk keperluan informasi lokasi dan arah di lingkungan kampus Universitas Andalas adalah melakukan studi pendahuluan dan observasi. Identifikasi lokasi dengan menggunakan titik koordinat memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan peta digital. Untuk memastikan keakuratan informasi yang disajikan dalam peta, teknologi pencitraan seperti *Google Maps* dan aplikasi *One Touch Location* digunakan sebagai input, sehingga akurasi dapat dijamin.

Selain itu, data area Universitas Andalas yang tersedia dalam bentuk *master plan* Unand turut dimanfaatkan sebagai referensi utama untuk menentukan batas, lokasi, dan rincian fasilitas di dalam kampus. Pendekatan ini diperkuat dengan melakukan dokumentasi gambar terkini dari berbagai fasilitas di Universitas Andalas, yang memberikan informasi visual yang *up-to-date*.

4.2. Analisis Sistem

Peta Digital Universitas Andalas (Unand) berfungsi sebagai platform yang menyediakan sarana informasi terkait dengan peta lokasi, arah, jarak, dan visualisasi area kampus Unand. Sistem ini dirancang untuk melayani dua jenis pengguna, yaitu *Admin* dan *Visitor*.

- 1) *Admin* adalah pengguna yang bertanggung jawab atas pengendalian sistem di bagian server, memiliki kendali penuh terhadap semua aspek sistem.
- 2) *Visitor* adalah individu yang menggunakan sistem untuk mengakses informasi lokasi di area kampus Unand. *Visitor* dapat memanfaatkan peta digital ini untuk mendapatkan petunjuk arah, mengetahui jarak antar lokasi, dan melihat visualisasi yang membantu dalam navigasi di lingkungan kampus Unand.

Adapun kebutuhan fungsional dan non-fungsional dari peta digital unand, dijabarkan sebagai berikut :

- 1) *Kebutuhan Fungsional*
 1. Pengguna dapat melihat peta beserta batas unand dan digitasi bangunan
 2. Pengguna dapat mencari lokasi bangunan
 3. Pengguna dapat meminta rute perjalanan
 4. Pengguna dapat menentukan posisi awal dan akhir yang diinginkan
 5. Sistem dapat menampilkan rekomendasi tempat di Unand
 6. Sistem harus menyediakan tampilan peta interaktif
 7. Admin dapat mengelola data aplikasi
- 2) *Kebutuhan Non-fungsional*
 1. Sistem memiliki user interface yang mudah dipahami dan digunakan
 2. Sistem memiliki akurasi yang baik

4.3. Perancangan Sistem

1) Use Case Diagram

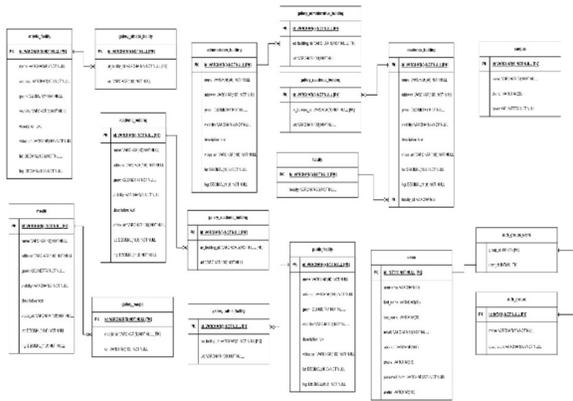
Use case diagram untuk *web* dari aplikasi yang dibangun terdiri dari dua aktor, yaitu *admin* dan *visitor*, serta 10 *use case*. Rancangan *use case diagram* dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Use Case

2) Database

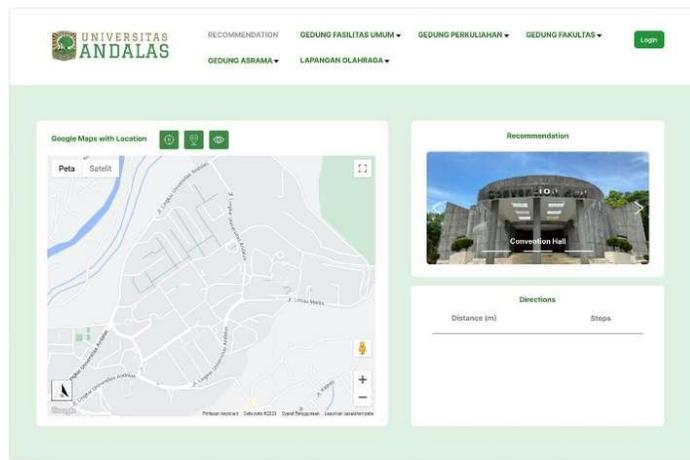
Pada perancangan database terdapat 17 tabel beserta relasinya yang digambarkan menggunakan ERD (*Entity Relationship Diagram*) sebagai model sistem. Namun pada penggambarannya terdapat beberapa tabel yang tidak memiliki relasi, hal ini dikarenakan tabel tersebut hanya dijadikan sebagai tempat penyimpanan (*storage*). Gambar 14 berikut menampilkan ERD yang diterapkan pada peta digital unand.



Gambar 14. UI Rute

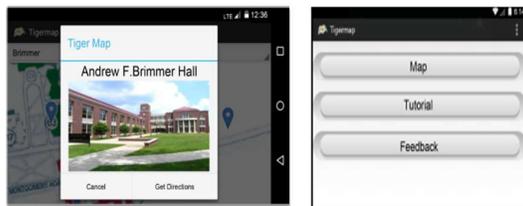
3) *User Interface*

User interface adalah perancangan tampilan dari sistem yang nantinya akan digunakan oleh pengguna. *User interface* memberikan gambaran dalam membangun aplikasi agar sesuai dengan kebutuhan *user*. Berikut ini merupakan rancangan *user interface* untuk peta digital unand.



Gambar 15. Rancangan *User Interface*

Adapun *user interface* pada penelitian [8] dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. *User Interface* Aplikasi Tigermap di Tuskegee University USA

```

17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
    
```

Gambar 17. Kode Menampilkan Map

4.4. Pengkodean

Tahap ini adalah pengkodean program untuk aplikasi Peta Digital Unand berbasis *web*. Gambar 17 adalah kode program menampilkan map sedangkan Gambar 18 adalah kode program untuk melihat posisi berdasarkan *geolocation*.

```

100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
    
```

Gambar 17. Kode Menampilkan Map (Lanjutan)

- [11] R. A. Ilahi, Y. Darmi, Diana, dan M. Imanullah, "Implementasi Sistem Informasi Geografis Menggunakan Google Maps API dalam Pemetaan Universitas Muhammadiyah di Indonesia," *Jurnal Komputer, Informasi, dan Teknologi*, vol. 03, pp. 479-490, 2023.
- [12] G. Chen, I. Alomari, W. Z. Taffese, Z. Shi, M. H. Afsharmovahed, T. G. Mondal, and S. Nguyen, "Multifunctional Models in Digital and Physical Twinning of the Built Environment—A University Campus Case Study," *Smart Cities*, vol. 07, pp. 836–858, 2024.
- [13] Y. Firdaus, A. Wibowo, D. Dwi, J. Suwawi, A. P. Yanuarifiani, and W. Febriyani, "Realignment Matrix of Digital Campus Master Plan based on Digital Transformation Maturity Assessment," *International Journal of Information System & Technology*, vol. 06, pp. 793–806, 2023.
- [14] X. Han, H. Yu, W. You, C. Huang, B. Tan, X. Zhou, and N. N. Xiong, "Intelligent Campus System Design Based on Digital Twin," *Electronics (Switzerland)*, vol. 11, 2022.
- [15] K. W. I. Hsu, C. Chen, and M. C. Zheng, "Exploring the Correlation between Campus Map Representation and Wayfinding Behavior through Virtual Environment," *Usability and User Experience*, 2023.
- [16] Z. N. Kostepen, E. Akkol, O. Dogan, S. Bitim, and A. Hiziroglu, "A framework for sustainable and data-driven smart campus," *ICEIS 2020 - Proceedings of the 22nd International Conference on Enterprise Information Systems*, vol. 02, pp. 746–753, 2020.
- [17] Y. Njah, C. Pham, and M. Cheriet, "Service and Resource Aware Flow Management Scheme for an SDN-Based Smart Digital Campus Environment," *IEEE Access*, vol. 08, pp. 119635–119653, 2020.
- [18] S. Nur, A. Basri, F. Ahmad, N. Izie, A. Abidin, I. Baba, H. Harun, H. A. Hamid, M. Awang, M. Ashraf, A. Rahman, M. K. Musa, N. Hamidon, S. Ahmad, S. Ahmad, and S. A. Ishak, "Digital Campus," *In International Journal of Engineering & Technology*, vol. 09, 2020.
- [19] Y. Peng, M. Luo, and S. Li, "Construction and Application Research of an Integrated Campus Promotion Platform Based on "AR+Map"-A Case Study of Jiangxi University of Finance and Economics".
- [20] S. Salleh, U. Ujang, and S. Azri, "Virtual 3d campus for universiti Teknologi Malaysia (Utm)," *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 10, 2021.
- [21] W. M. Syafuan, R. M. Husin, and M. I. F. Azizi, "3D Campus Map Towards Sustainable Development and Infrastructure Management in UPNM," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2022.
- [22] A. Zaballos, A. Briones, A. Massa, P. Centelles, and V. Caballero, "A smart campus' digital twin for sustainable comfort monitoring," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 12, pp. 1–33, 2022.