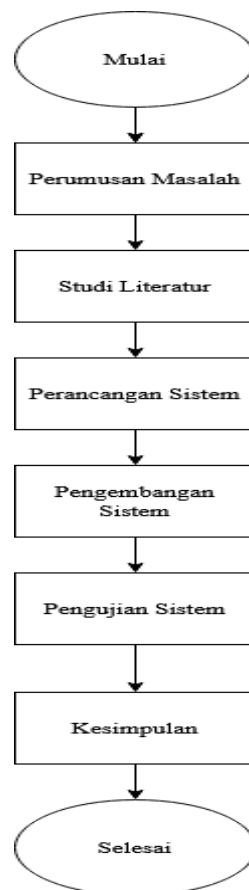


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Jenis metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D) yang dimana metode ini merupakan penggambaran dari aktivitas yang dilakukan untuk menciptakan produk yang lebih baik. Penerapan metode R&D adalah dengan melakukan penelitian berdasarkan 7 tahapan yang ada pada metode R&D, yaitu potensi dan masalah, mengumpulkan informasi, desain produk, validasi desain, uji coba produk dan perbaikan produk[28]. Dari tahapan-tahapan tersebut akan disesuaikan dengan penelitian yang dikerjakan sehingga tahapan yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian Metode R&D

3.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan tahapan dalam penentuan dasar dari dilakukannya penelitian yang sudah dibahas pada BAB I.

3.3. Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahapan untuk melakukan studi dari berbagai penelitian terdahulu yang memiliki kemiripan dengan penelitian yang akan dikerjakan. Studi literatur juga merupakan kegiatan untuk melakukan peninjauan kembali terkait fitur, alat dan metode yang akan digunakan pada pengembangan sistem. Tahapan ini sudah dibahas pada BAB II.

3.4. Perancangan Sistem

Perancangan sistem meliputi rancangan sistem, rancangan perangkat lunak dan rancangan *fuzzy logic*. Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini meliputi perancangan dari tampilan aplikasi mobile yang akan menampilkan informasi terkait kelembaban tanah dan pH air yang ada serta fitur *controlling* perangkat keras dan perancangan *fuzzy logic* yang akan digunakan untuk menentukan rekomendasi perawatan lahan pertanian berdasarkan kelembaban dan pH tanah.

3.4.1. Rancangan Sistem

Pada penelitian ini memiliki rancangan sistem yang digambarkan dalam bentuk diagram skematik dan perancangan basis data. Diagram skematik sistem akan mencakup gabungan komponen-komponen penyusun dari sistem serta alur kegiatan atau kerja yang terjadi pada sistem.

1. Diagram Skematik

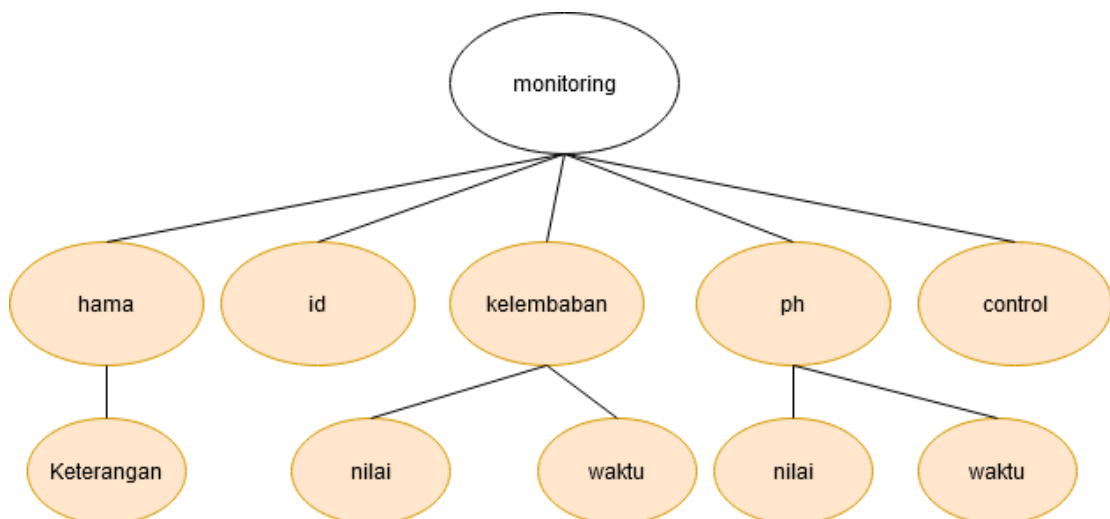


Gambar 3. 2 Diagram Skematik Sistem

Diagram skematik sistem adalah gambaran umum dari unsur sistem dan alur kegiatan yang terjadi pada sistem. Komponen yang digambarkan pada diagram skematik sistem terdiri dari 3 komponen, yaitu perangkat keras, basis data dan perangkat lunak. Perangkat keras dan lunak saling terhubung oleh basis data yang sama agar data yang ditampilkan pada perangkat lunak adalah data yang terbaru berdasarkan hasil pengenalan yang dilakukan oleh perangkat keras.

2. Perancangan Basis Data

Perancangan basis data digunakan untuk menyusun struktur penyimpanan data sistem dengan menggunakan *Firebase Realtime Database* sebagai media penyimpanan data pada penelitian ini. Basis data akan dimodelkan dengan membentuk struktur JSON dengan menyimpan data monitoring perangkat keras. Rancangan basis data pada *Firebase Realtime Database* tidak memiliki tabel atau baris melainkan data akan menjadi *node* atau simpul yang berisi data dan cabang-cabang berupa *node* yang disimpan dalam bentuk objek JSON *tree*.



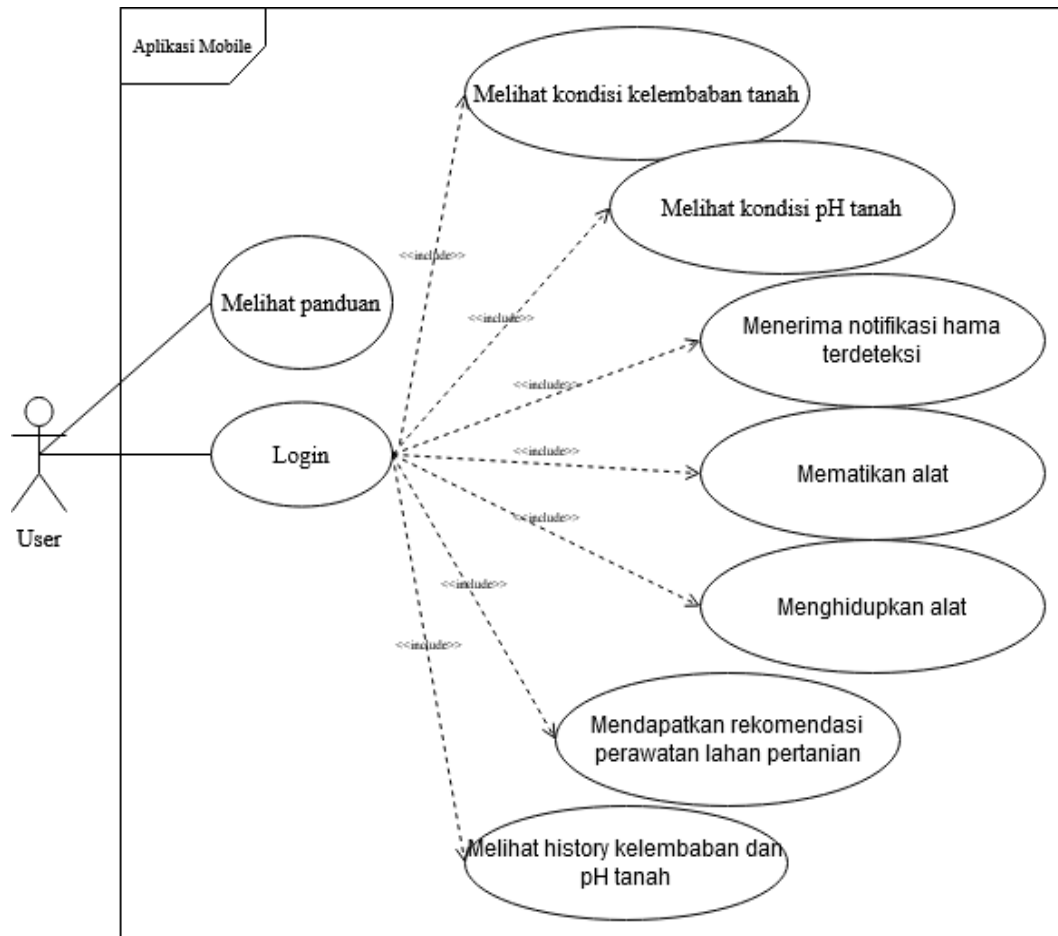
Gambar 3. 3 Pemodelan Basis Data

3.4.2. Rancangan Perangkat Lunak

Rancangan perangkat lunak pada penelitian ini akan digambarkan dalam bentuk *Use Case Diagram*, *Activity Diagram* dan rancangan antarmuka perangkat lunak. Perangkat lunak yang dikembangkan adalah aplikasi mobile berbasis android yang nantinya akan dioperasikan oleh pengguna langsung. Perangkat lunak akan dibangun dengan bahasa pemrograman Java yang akan terintegrasi dengan basis data *Firebase Realtime Database* dan dikembangkan dengan *software text editor* Android Studio.

3.4.2.1. Use Case Diagram

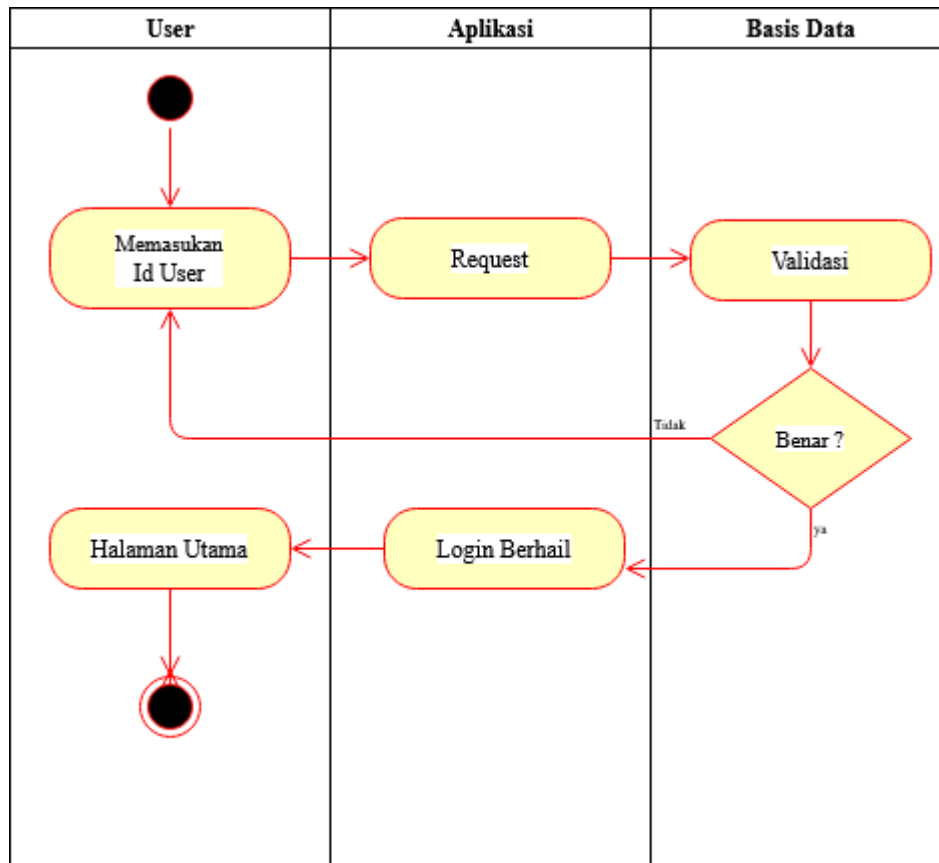
Permodelan diagram dengan menggunakan diagram *use case* adalah jenis permodelan struktural yang memodelkan fungsionalitas dari sistem[29]. Pada diagram *use case* kali ini yang berperan sebagai sistem adalah aplikasi mobile yang didalamnya terdapat berbagai *use case*, sedangkan untuk aktor adalah user/pengguna. Permodelan diagram dapat dilihat pada Gambar 3.3. Terdapat 9 gambaran fungsional sistem yang dimana sistem dapat memberikan layanan untuk *login*, melihat panduan, melihat kondisi kelembaban tanah, melihat kondisi Ph tanah, menerima notifikasi hama terdeteksi, menghidupkan sensor, mematikan sensor, melihat *history* kelembaban serta pH tanah dan melihat perekomendasi perawatan lahan pertanian.



Gambar 3. 4 Use Case Diagram

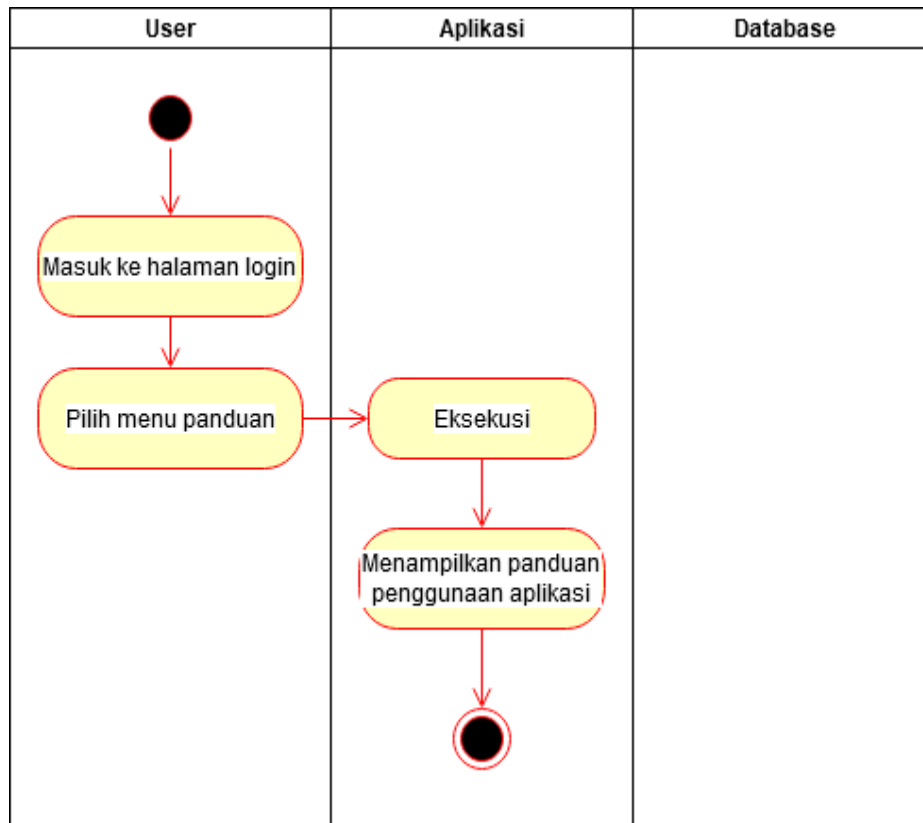
3.4.2.2. Activity Diagram

Isi dari diagram aktivitas terfokus pada eksekusi dan alur dari kebiasaan suatu sistem. Pada diagram aktivitas kali ini digambarkan berdasarkan gambaran fungsional yang ada pada diagram *use case*[29]. Terdapat 9 aktivitas yang digambarkan yaitu *login*, melihat panduan, melihat kondisi kelembaban tanah, melihat kondisi Ph tanah, menerima notifikasi hama terdeteksi, menghidupkan sensor, mematikan sensor, melihat *history* kelembaban serta pH tanah dan melihat perekomendasi perawatan lahan pertanian. Masing-masing permodelan diagram dapat dilihat pada Gambar 3.5 sampai 3.13.



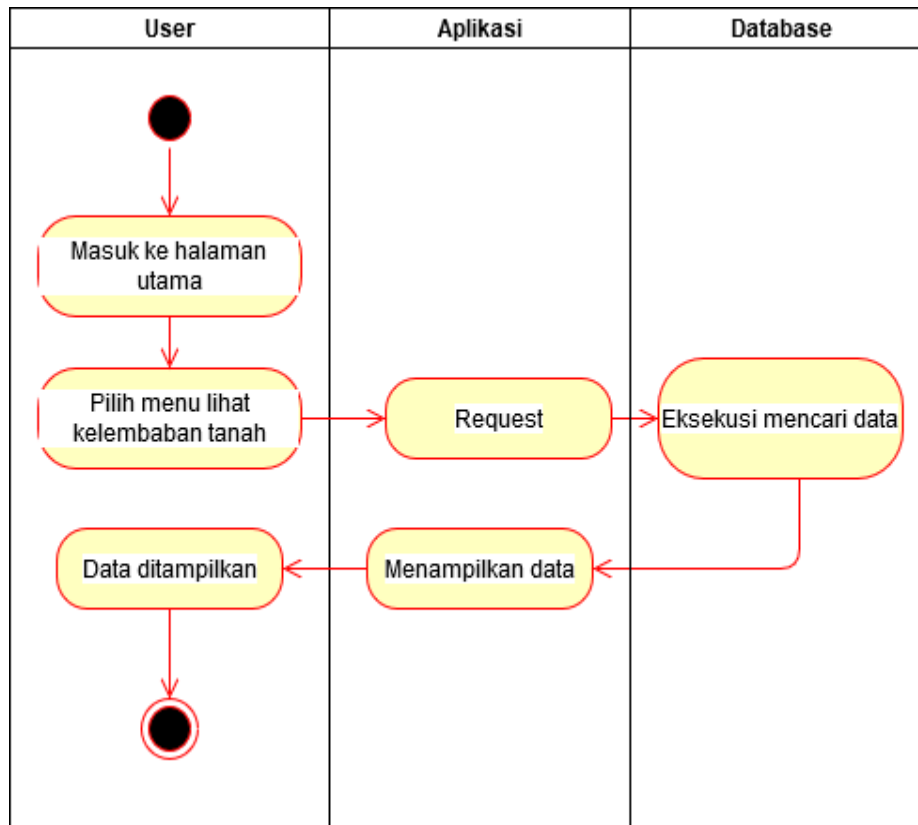
Gambar 3. 5 Activity Diagram Login

Penggambaran aktivitas *login* dapat dilihat pada Gambar 3.5. Untuk melakukan aktivitas *login* membutuhkan adanya proses pengambilan data dari basis data. Aktivitas *login* diawali dengan *user* memasukkan ID pada aplikasi mobile. Aplikasi mobile akan merequest masukan dan melakukan validasi kecocokan. Apabila *login* berhasil, maka aplikasi mobile akan menampilkan halaman utama. Namun apabila gagal, maka aplikasi mobile akan kembali ke halaman *login*.



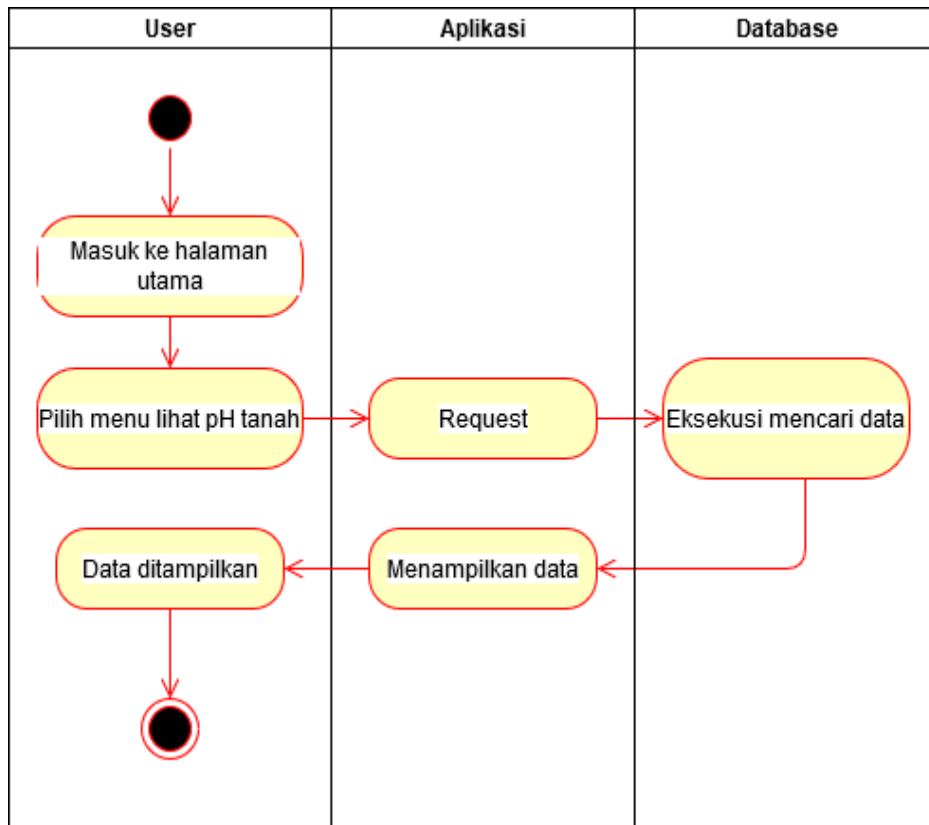
Gambar 3. 6 Activity Diagram Melihat Panduan

Penggambaran aktivitas melihat panduan penggunaan aplikasi bisa dilihat pada Gambar 3.6. Aktivitas melihat panduan penggunaan aplikasi diawali dengan *user* masuk ke halaman *login*. Lalu *user* memilih menu lihat panduan dan akan di eksekusi oleh aplikasi untuk bisa menampilkan data yang harusnya ada pada halaman tersebut.



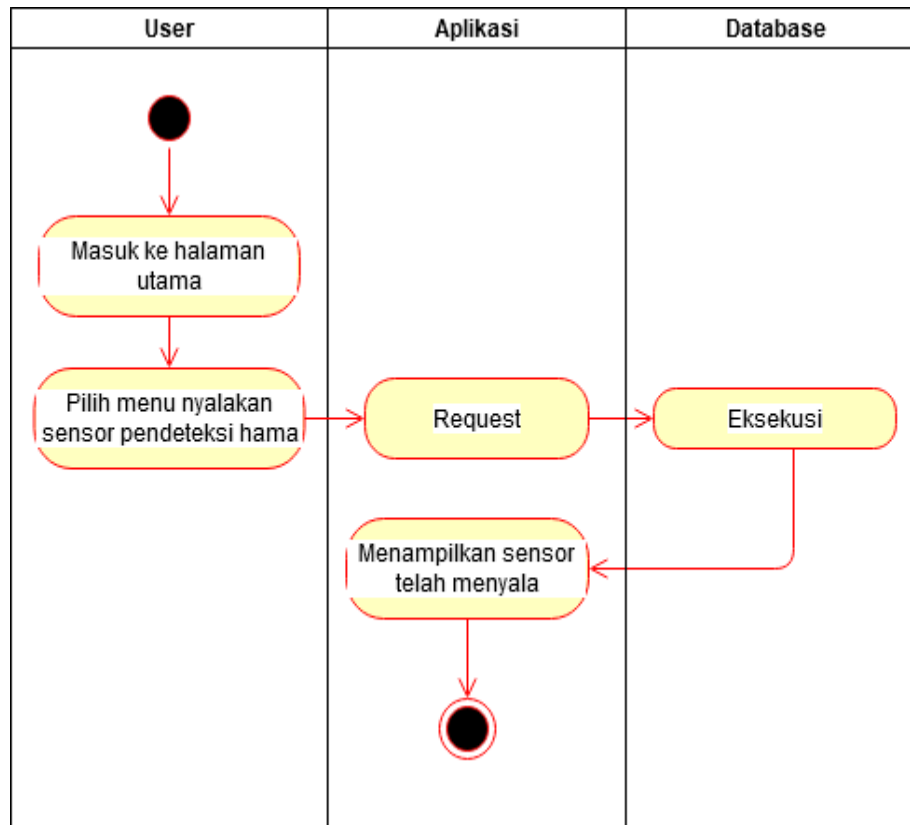
Gambar 3. 7 Activity Diagram Melihat Kelembaban Tanah

Penggambaran aktivitas melihat kelembaban tanah dapat dilihat pada Gambar 3.7. Untuk melakukan melihat kelembaban tanah membutuhkan adanya proses pengambilan data dari basis data. Aktivitas melihat kelembaban tanah diawali dengan *user* masuk ke halaman utama setelah *login* pada aplikasi mobile. Lalu *user* dapat melihat kelembaban tanah dan akan dieksekusi oleh basis data untuk bisa menampilkan data yang harusnya ada pada halaman tersebut.



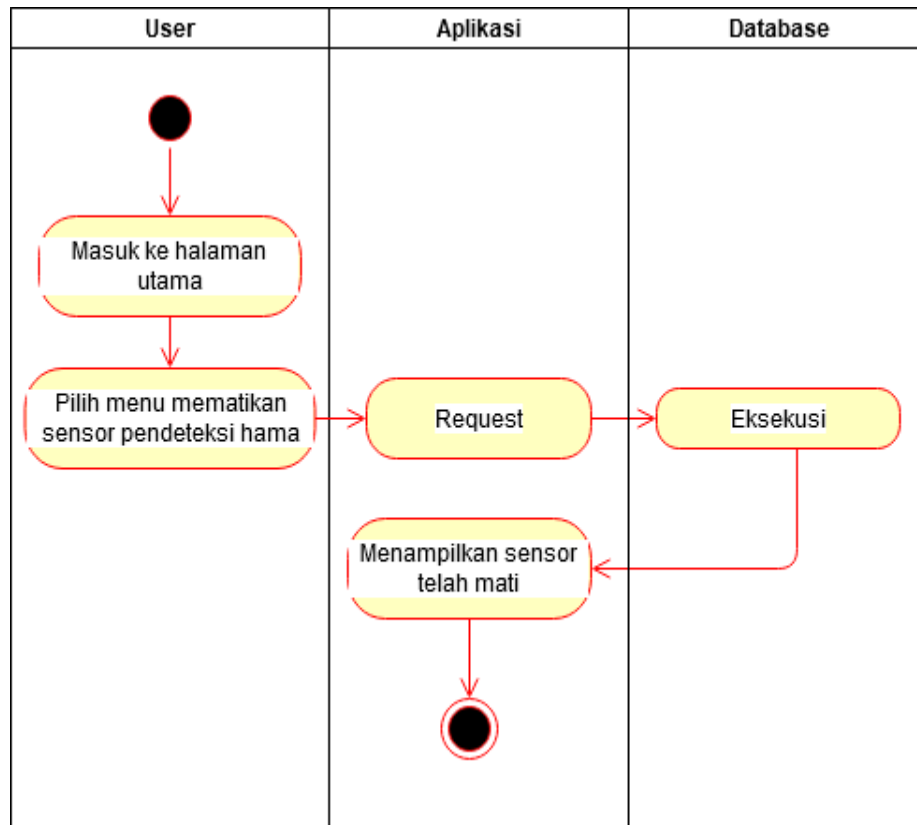
Gambar 3. 8 Activity Diagram Melihat PH Tanah

Penggambaran aktivitas melihat pH tanah bisa dilihat pada Gambar 3.8. Untuk melakukan melihat pH tanah membutuhkan adanya proses pengambilan data dari basis data. Aktivitas lihat pH tanah tanah diawali dengan *user* masuk ke halaman utama setelah *login* pada aplikasi mobile. Lalu user dapat melihat pH tanah dan akan di eksekusi oleh basis data untuk bisa menampilkan data yang harusnya ada pada halaman tersebut.



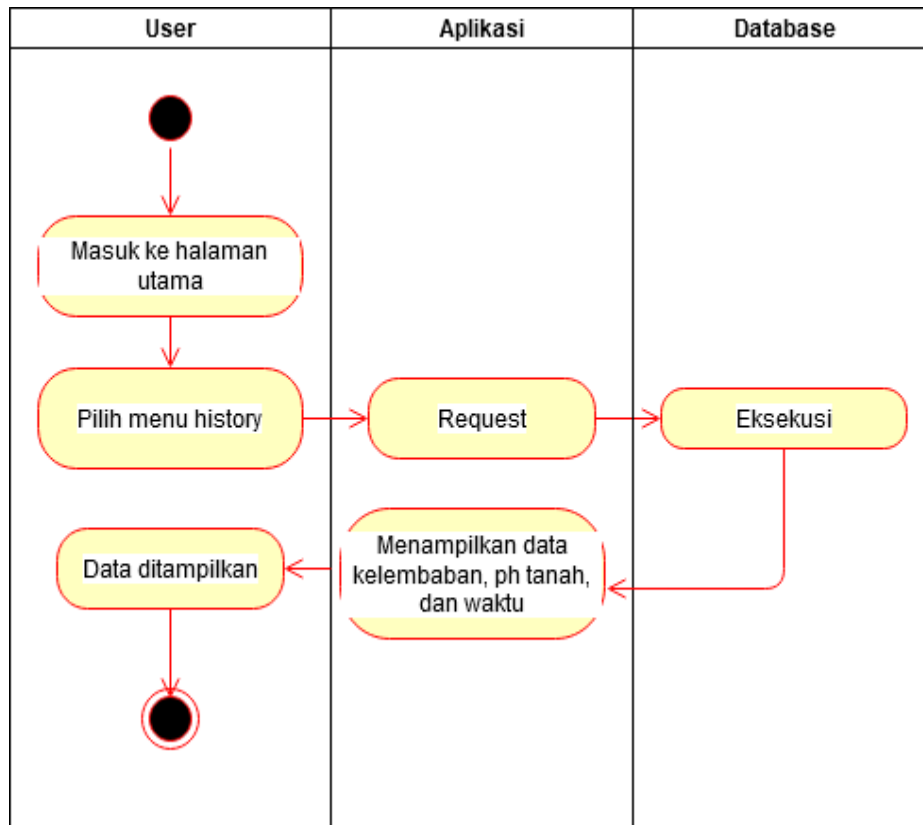
Gambar 3. 9 Activity Diagram Menyalakan Sensor

Penggambaran aktivitas menyalakan alat bias dilihat pada Gambar 3.9. Aktivitas menyalakan sensor diawali dengan *user* masuk ke halaman utama setelah *login* pada aplikasi mobile. Lalu *user* memilih menu menyalakan sensor dan akan di eksekusi oleh basis data untuk merubah data yang seharusnya apabila *user* ingin menyalakan sensor. Setelah eksekusi berhasil maka akan menampilkan bahwa sensor telah dinyalakan.



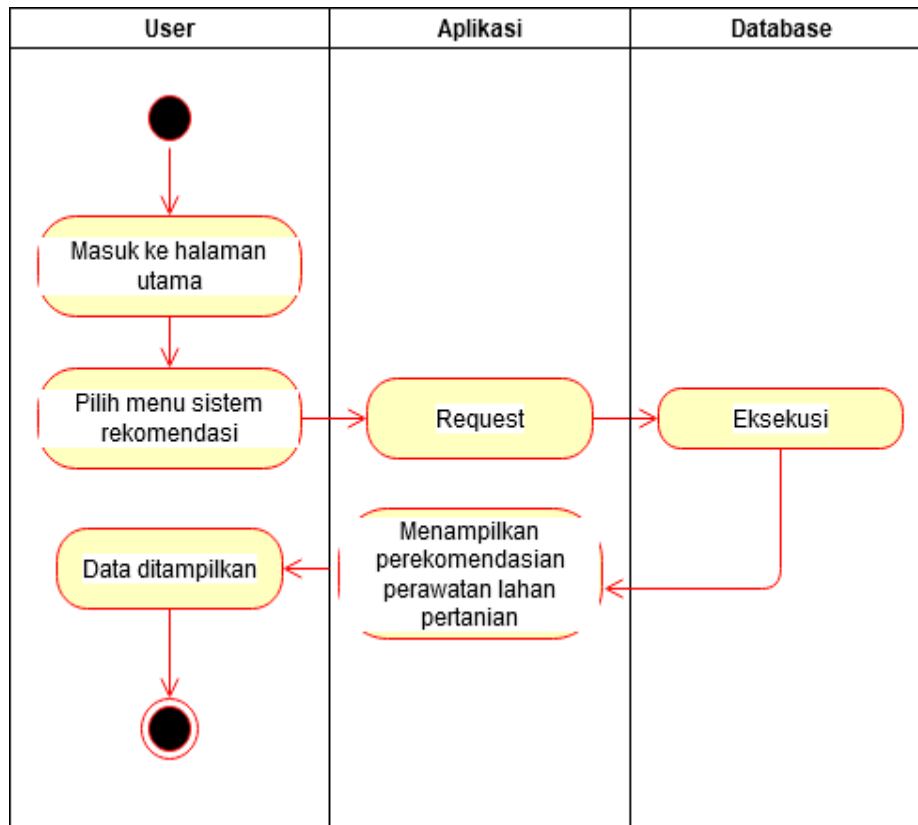
Gambar 3. 10 Activity Diagram Mematikan Sensor

Penggambaran aktivitas mematikan alat bias dilihat pada Gambar 3.10. Aktivitas mematikan alat diawali dengan *user* masuk ke halaman utama setelah *login* pada aplikasi mobile. Lalu *user* memilih menu mematikan sensor dan akan di eksekusi oleh basis data untuk merubah data yang seharusnya apabila *user* ingin mematikan sensor. Setelah eksekusi berhasil maka akan menampilkan bahwa alat telah dimatikan.



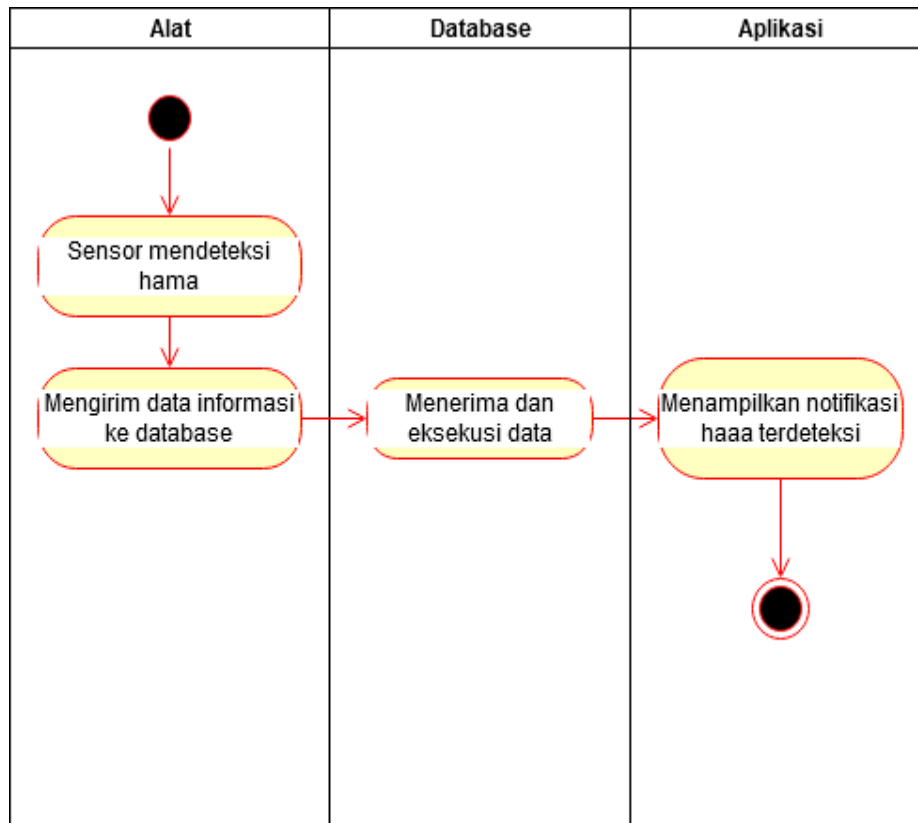
Gambar 3. 11 Activity Diagram Lihat *History*

Penggambaran aktivitas lihat *History* bisa dilihat pada Gambar 3.11. sama seperti aktivitas-aktivitas sebelumnya pada saat melakukan lihat history tetap membutuhkan adanya proses pengambilan data dari basis data. Aktivitas lihat history diawali dengan *user* masuk ke halaman utama setelah *login* pada aplikasi mobile. Aplikasi mobile akan merequest masukan dan akan di eksekusi oleh basis data untuk bisa menampilkan informasi yang harusnya pada halaman tersebut.



Gambar 3. 12 Activity Diagram Sistem Rekomendasi

Penggambaran aktivitas lihat sistem rekomendasi bisa dilihat pada Gambar 3.12. sama seperti aktivitas-aktivitas sebelumnya pada saat melakukan lihat sistem rekomendasi tetap membutuhkan adanya proses pengambilan data dari basis data. Aktivitas lihat sistem rekomendasi diawali dengan *user* masuk ke halaman utama setelah *login* pada aplikasi mobile. Aplikasi mobile akan merequest masukan dan akan di eksekusi oleh basis data untuk bisa menampilkan informasi yang seharusnya pada halaman tersebut.



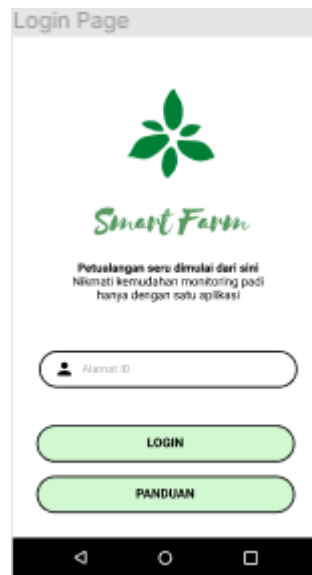
Gambar 3. 13 Activity Diagram Menerima Notifikasi hama terdeteksi

Penggambaran aktivitas menerima notifikasi hama terdeteksi bisa dilihat pada Gambar 3.13. Aktivitas menerima notifikasi hama terdeteksi diawali dengan sensor mendeteksi hama lalu mengirimkan data tersebut ke *database*. Lalu *database* menerima dan eksekusi oleh. Setelah eksekusi berhasil maka aplikasi akan menampilkan notifikasi hama terdeteksi.

3.4.2.3.Rancangan Antarmuka Perangkat Lunak

Sebelum mengimplementasikan aplikasi monitoring dan pendeteksi hama ini, maka terlebih dahulu dirancang desain antarmuka yang akan dibuat. Perancangan antarmuka adalah aspek penting untuk perancangan aplikasi, dikarenakan berhubungan terhadap tampilan dan interaksi pengguna dalam menggunakannya. Perancangan antarmuka ini didapatkan atau diturunkan dari proses pemodelan yang telah ada.

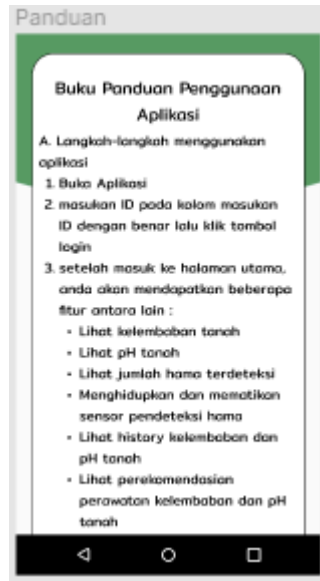
1. Perancangan Antarmuka Halaman Login



Gambar 3. 14 Halaman *login*

Pada tampilan halaman login ini digunakan pengguna untuk dapat masuk ke halaman utama. Terdapat form *input* untuk memasukan ID dari sistem monitoring dan rekomendasi. Terdapat juga tombol *login* dan tombol panduan. Fungsi login disini untuk mengakses sistem atau alat yang berbeda-beda.

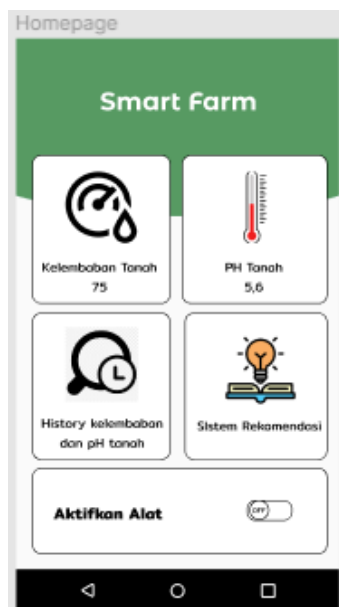
2. Perancangan Antarmuka Halaman Panduan



Gambar 3. 15 Halaman Panduan

Pada halaman panduan, pengguna akan diberikan panduan penggunaan aplikasi dan mengetahui fitur apa saja yang terdapat pada aplikasi.

3. Perancangan Antarmuka Halaman Utama



Gambar 3. 16 Halaman Utama

Pada halaman utama terdapat menu kelembaban tanah untuk menampilkan data kelembaban tanah pada waktu tersebut dengan

rentang antara 73-85 untuk normalnya kelembaban tanah pada tanaman padi[30], menu ph tanah untuk melihat kondisi ph tanah pada waktu tersebut dengan rentang 6,5-7,5 untuk pH terbaik pertumbuhan tanaman padi [31][32], terdapat tombol untuk menyalakan dan mematikan alat pendeteksi, lalu menu history untuk melihat history kelembaban dan pH tanah beserta waktunya dan menu perekomendasi perawatan lahan sawah.

4. Perancangan Antarmuka Halaman *History*



Gambar 3. 17 Halaman *History*

Pada halaman ini akan menampilkan history kelembaban dan pH tanah beserta waktu kelembaban dan pH tanah tersebut didapatkan. Untuk rentang waktu berkisar 10 detik untuk setiap data kelembaban dan pH tanah yang di tampilkan.

5. Perancangan Antarmuka Halaman Sistem Rekomendasi



Gambar 3. 18 Halaman Sistem Rekomendasi

Pada halaman ini akan menampilkan data kelembaban dan pH tanah, lalu akan menampilkan perekomendasian perawatan berdasarkan kelembaban dan pH tanah tersebut.

3.4.3. Rancangan *Fuzzy Logic*

Terdapat 4 tahap pada perancangan *fuzzy logic* untuk perekomendasian perawatan lahan pertanian berdasarkan kelembaban tanah dan pH tanah [26]. 4 tahapan itu diantaranya:

1. Tahap *fuzzification*

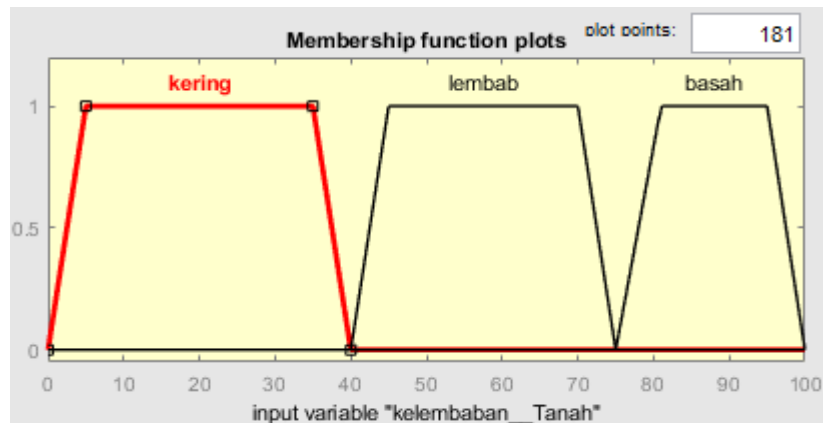
Pada tahap *fuzzification* ini mengubah masukan yaitu kelembaban dan pH tanah dari bentuk tegas menjadi bentuk *fuzzy* (variabel linguistik)[26]. Tahap pengubahan tersebut dapat di lihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 1 Tahap Fuzzification

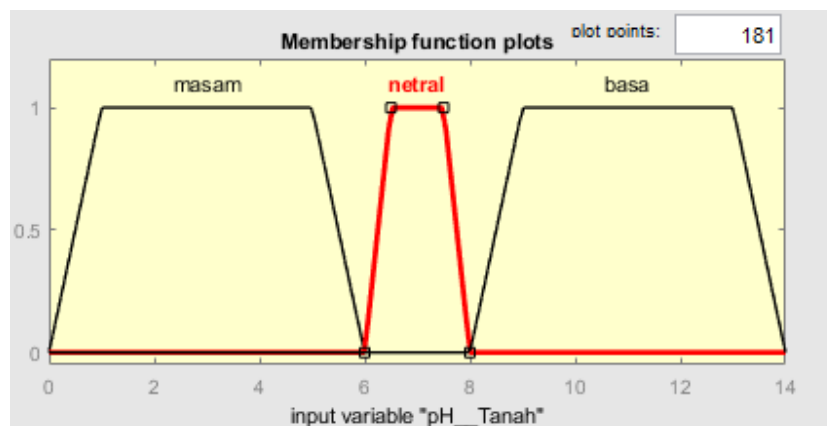
Definisi dan Nilai Parameter	Variabel <i>fuzzy</i>
Masukan	
Kelembaban tanah pada lingkungan{ % }	Kelembaban tanah (Kt)
0 - 40	Kering (K)
41-75	Lembab (L)
76 - 100	Basah (B)

pH tanah pada lingkungan	Ph tanah (P)
0 – 6	Masam (M)
6.1 - 8	Netral (Ne)
8.1 - 14	Basa (Ba)

Keanggotaan nilai *fuzzy* dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3. 19 Keanggotaan Nilai *fuzzy* kelembaban tanah



Gambar 3. 20 Keanggotaan Nilai *fuzzy* pH tanah

2. Tahap Pembentukan Rule Basis *Fuzzy*

Tahap pembentukan rule basis *fuzzy* merupakan pembentukan aturan yang digunakan untuk mengolah data, terdapat 2 data masukan berupa kelembaban tanah dan pH tanah yang masing-masing memiliki 3 buah variabel. Maka terdapat 9 rule :

1. Kelembaban tanah kering dan pH tanah masam

2. Kelembaban tanah kering dan pH tanah netral
3. Kelembaban tanah kering dan pH tanah basa
4. Kelembaban tanah lembab dan pH tanah masam
5. Kelembaban tanah lembab dan pH tanah netral
6. Kelembaban tanah lembab dan pH tanah basa
7. Kelembaban tanah basah dan pH tanah masam
8. Kelembaban tanah basah dan pH tanah netral
9. Kelembaban tanah basah dan pH tanah basa

3. Tahap Inferensi

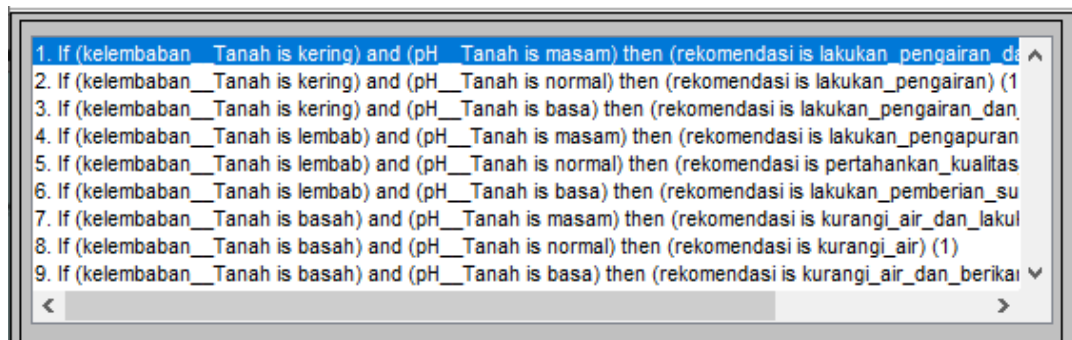
Tahap inferensi yaitu suatu aturan *fuzzy* untuk menghasilkan *output* dari tiap rule. Terdapat 9 hasil keluaran dengan rentang nilai 0 sampai 1, hasil keluaran berupa rekomendasi perawatan kelembaban dan memiliki nilai yaitu :

1. Lakukan pengairan dan pengapuran = 0
2. Lakukan pengairan = 0.125
3. Lakukan pengairan dan pemberian sulfur/belerang = 0.250
4. Lakukan pengapuran = 0.375
5. Pertahankan kualitas tanah = 0.5
6. Lakukan pemberian sulfur/belerang = 0.625
7. Kurangi air dan lakukan pengapuran = 0.750
8. Kurangi air = 0.875
9. Kurangi air dan berikan sulfur/belerang = 1

Yang menghasilkan 9 aturan dapat dilihat pada gambar 3.18, rincian aturan tersebut yaitu:

1. Kelembaban tanah kering dan pH tanah masam maka lakukan pengairan dan pengapuran
2. Kelembaban tanah kering dan pH tanah netral maka lakukan pengairan
3. Kelembaban tanah kering dan pH tanah basa maka lakukan pengairan dan pemberian sulfur/belerang

4. Kelembaban tanah lembab dan pH tanah masam maka lakukan pengapuran
5. Kelembaban tanah lembab dan pH tanah netral maka pertahankan kualitas tanah
6. Kelembaban tanah lembab dan pH tanah basa maka lakukan pemberian sulfur/belerang
7. Kelembaban tanah basah dan pH tanah masam maka kurangi air dan lakukan pengapuran
8. Kelembaban tanah basah dan pH tanah netral maka kurangi air
9. Kelembaban tanah basah dan pH tanah basa maka kurangi air dan berikan sulfur/belerang



Gambar 3. 21 Aturan *fuzzy logic*

4. Tahap *defuzzification*

Tahap *defuzzification* merupakan tahapan perhitungan dari *output* bentuk tegas (*crisp output*). Pada metode *fuzzy* Sugeno menggunakan perhitungan *Weight Average* (WA) dapat dilihat pada Persamaan 1:

$$WA = \frac{\sum_{n=1}^9 a_n z_n}{\sum_{n=1}^9 a_n} \quad (1)$$

Keterangan:

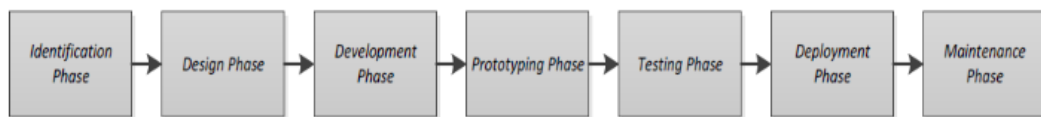
WA = Nilai rata-rata

a_n = Nilai predikat aturan ke- n

$n = \text{Indeks nilai output (konstanta) ke-} n$

3.5. Pengembangan Sistem

Sama seperti tahapan sebelumnya, untuk pengembangan perangkat lunak dan keras tetap dilakukan secara terpisah. Pengembangan perangkat lunak dilakukan dengan mengembangkan aplikasi mobile. Sedangkan Pengembangan perangkat keras dilakukan oleh tim *Hardware Developer*. Pada pengembangan perangkat lunak penelitian ini, metode yang digunakan adalah *mobile application development lifecycle model (MADLC)*. Penggunaan metode *MADLC* pada pengembangan perangkat lunak ini didasari pada kebutuhan perangkat lunak. Metode pengembangan *MADLC* terdapat tujuh tahapan yang diperlihatkan pada gambar 3.22.



Gambar 3. 22 Metode pengembangan MADLC

Dari tahapan-tahapan yang diperlihatkan pada Gambar 3.22 dijelaskan sebagai berikut[33]:

1. *Identification phase*: bertujuan untuk mendapatkan pemikiran terbaru dengan melakukan brainstorming. Hasil dari pemikiran yang telah dilakukan akan divisualkan ke bentuk diagram fungsionalitas.
2. *Design phase*: mengimplementasikan desain interaksi antarmuka pengguna. Hasilnya digunakan untuk melakukan pengkodean, desain dalam penelitian ini dibuat berupa antarmuka pengguna aplikasi berdasarkan kebutuhan fungsional perangkat lunak.
3. *Development phase*: pengimplementasian dari desain antarmuka yang telah dibuat. Pengkodean dilakukan mengacu pada hasil desain di fase sebelumnya menggunakan visual studio untuk android.
4. *Prototyping phase*: melakukan analisis untuk masing-masing hasil pengkodean berupa fungsional prototype.

5. *Testing Phase*: fase ini dilakukan pengujian, pengujian dapat dilakukan pada emulator / simulator dan juga dilakukan pengujian pada perangkat nyata. Pengujian berupa melakukan instalasi terhadap perangkat mobile dengan sistem operasi android.
6. *Deployment phase*: fase ini adalah tahap terakhir dari proses pengembangan. Setelah pengujian selesai maka aplikasi siap untuk disebar luaskan dengan cara packaging ke dalam file installer berdasarkan sistem operasi android.
7. *Maintenance phase*: fase pemeliharaan adalah proses yang berkesinambungan dengan 6 fase sebelumnya. Dalam penelitian ini pemeliharaan dilakukan jika ada masukan dari pengguna maka akan dilakukan perbaikan.

3.6. Pengujian Sistem

3.6.1. Rancangan Pengujian Fungsionalitas

Metode pengujian yang digunakan pada pengujian fungsionalitas dan perangkat lunak adalah metode *Black Box*. *Black box* sendiri merupakan teknik pengujian yang digunakan untuk memastikan bahwa semua masukan yang dibutuhkan oleh sistem diterima dan memberikan keluaran yang benar tanpa harus mengetahui isi dari sistem yang diuji[34].

Tabel 3. 2 Desain Pengujian

No.	Fitur	Aktor	Skenario	Hasil yang diharapkan
1.	<i>Login</i>	<i>User</i>	Mengisi id user sesuai dengan ketentuan sistem dan kemudian mengklik tombol <i>login</i> .	Sistem menerima akses <i>login</i> dan kemudian menampilkan halaman utama. Namun jika user menginputkan Id user yang salah maka Sistem akan menolak akses login dan kemudian menampilkan pesan “id user salah!”
2.	Melihat Panduan	<i>User</i>	Mengklik tombol panduan pada menu <i>login</i>	Aplikasi akan menampilkan panduan aplikasi

3.	Melihat kelembaban tanah	<i>User</i>	Masuk ke halaman utama dengan mengisi id user dengan benar pada halaman login	Aplikasi akan menampilkan data kelembaban tanah.
No.	Fitur	Aktor	Skenario	Hasil yang diharapkan
4.	Melihat pH tanah	<i>User</i>	Masuk ke halaman utama dengan mengisi id user dengan benar pada halaman login	Aplikasi akan menampilkan data pH tanah.
5.	Menyalakan sensor	<i>User</i>	Mengklik tombol off hingga menjadi on pada halaman utama di menu menyalakan sensor	Aplikasi akan menampilkan toast “Sensor telah dinyalakan“
6.	Mematikan sensor	<i>User</i>	Mengklik tombol on hingga menjadi off pada halaman utama di menu menyalakan sensor	Aplikasi akan menampilkan toast “Sensor telah dimatikan”
7.	Melihat <i>history</i>	<i>User</i>	Mengklik menu history pada halaman utama	Aplikasi akan menampilkan kelembaban dan pH tanah disertai dengan waktu kelembaban dan pH tanah tersebut.
8.	Sistem rekomendasi	<i>User</i>	Mengklik menu sistem rekomendasi pada halaman utama	Aplikasi akan menampilkan perekomendasi perawatan lahan pertanian berdasarkan kelembaban dan pH tanah.
9.	<i>Push notification</i>	<i>Developer</i>	Menginputkan nilai Terdeteksi Gerakan pada kolom keterangan di <i>database</i>	Sistem akan mengirimkan notifikasi pesan singkat “Terdeteksi Gerakan”

Tabel di atas merupakan rancangan pengujian dari aplikasi yang akan dibuat. Pengujian diawali dari tahapan login untuk mengakses fitur-fitur yang terdapat pada aplikasi hingga pada tahapan pengujian menerima notifikasi berupa pesan singkat.

3.6.2. Rancangan Pengujian *Fuzzy Logic*

Pengujian *fuzzy logic* bertujuan untuk mengevaluasi fungsionalitas pada rekomendasi perawatan kelembaban tanah dan pH tanah. Data uji *fuzzy logic* dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 3 Pengujian *Fuzzy Logic*

No	Kelas Uji	Butir Uji	Indikator keberhasilan
1.	Fungsionalitas <i>fuzzy</i> rekomendasi perawatan lahan pertanian	Mengolah data dari sensor kelembaban dan pH tanah dengan algoritma <i>fuzzy logic</i> metode sugeno	Dapat menampilkan data <i>fuzzy</i> sesuai dengan referensi pada MATLAB