

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah data gambar urine yang dapat menunjukkan tingkat hidrasi berdasarkan warnanya. Warna urine berkorelasi dengan konsentrasi urine. Semakin tinggi konsentrasi urine menandakan semakin tinggi status dehidrasi seseorang, sehingga dapat digunakan untuk memantau status hidrasi secara akurat [49]. Selain itu, perubahan warna urine juga berhubungan erat dengan perubahan volume urine dan massa jenisnya. Semakin kecil volume urine dan semakin besar massa jenisnya, maka mengindikasikan seseorang sedang mengalami dehidrasi [24]. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan warna urine sebagai indikator status hidrasi.

Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data gambar urine yang dikumpulkan sendiri dari *wild environment*. Urine tersebut diperoleh dari keluarga dan tetangga. Setiap urine yang terkumpul akan diukur beratnya, kemudian dibagi 9,81 untuk memperoleh massa urine, dan dibagi sesuai dengan volume urine untuk memperoleh massa jenisnya. Setelah itu, setiap gambar urine beserta massa jenisnya diberikan kepada tenaga medis untuk ditentukan status hidrasi berdasarkan warna urine dan massa jenis yang telah dihitung tersebut. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan deskripsi status diagnosis untuk setiap sampel urine terhadap level dehidrasi. Data gambar yang tersedia berjumlah 1000 dengan lima tingkatan

dehidrasi. Masing-masing tingkatan dehidrasi memiliki 200 gambar sampel urine dengan kepekatan warna tertentu. Semakin pekat sampel urine, maka semakin tinggi tingkat dehidrasinya. Berikut tingkatan dehidrasi yang dipakai pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Lima Tingkatan Dehidrasi

Tingkatan	Warna	Status
1		<i>Good</i>
2		<i>Fair</i>
3		<i>Dehydrated</i>
4		<i>Very Dehydrated</i>
5		<i>Severe Dehydration</i>

Berdasarkan penelitian [8] terdapat delapan tingkat dehidrasi, yaitu *Good*, *Good*, *Good*, *Fair*, *Dehydrated*, *Dehydrated*, *Very Dehydrated*, dan *Severe Dehydration*. Pada penelitian ini, setiap status hidrasi yang sama pada penelitian [8] akan dibuat menjadi satu kategori, sehingga diperoleh lima tingkatan dehidrasi seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3.1. Hal tersebut dilakukan untuk menyesuaikan dengan data urine yang tersedia, yaitu 1000 gambar urine dengan 200 gambar di setiap tingkatan.

3.2. Metode Penelitian

3.2.1. Metode Pengembangan Sistem

Terdapat tiga metode yang dipertimbangkan untuk dipakai pada penelitian ini. Perbandingan setiap metode ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Perbandingan Metode Pengembangan Sistem

Kategori	RAD	Prototyping	Waterfall
Durasi	Waktu yang dibutuhkan relatif sedikit.	Waktu yang dibutuhkan relatif sedikit.	Waktu yang dibutuhkan relatif lebih lama, karena sistem dibangun dalam skala yang besar.
Fleksibilitas	Bersifat fleksibel, karena dapat beradaptasi dengan perubahan kebutuhan dari pengguna.	Bersifat fleksibel, karena pembuatan <i>prototype</i> dapat dilakukan berulang.	Bersifat tidak fleksibel, karena saat proses pengembangan tidak dapat dilakukan perubahan.
Kompleksitas	Sistem dibangun dengan membagi kebutuhan menjadi beberapa modul sehingga lebih mudah dalam pengembangannya.	Menggunakan algoritma dan bahasa pemrograman yang sederhana, agar proyek dapat diselesaikan dengan cepat.	Membutuhkan perencanaan secara spesifik sebelum desain sistem dimulai, sehingga kompleksitas lebih tinggi.
Kualitas	Lebih cepat dalam pembangunan sistem tetapi mengorbankan kualitas sistem.	Penggunaan algoritma yang sederhana berdampak pada lemahnya keamanan dari sistem.	Sistem memiliki kualitas terbaik dengan durasi pengembangan lebih lama.
Skalabilitas	Cakupan/skala lebih sedikit sehingga pengembangan dapat dilakukan lebih cepat.	Cakupan/skala cenderung sedikit pada perencanaan awal, tetapi ketika masuk proses pengembangan skala dapat bertambah melampaui rencana awal.	Digunakan untuk sistem dengan cakupan/skala yang lebih besar

Sumber: [50]

Berdasarkan Tabel 3.2, berikut beberapa alasan yang mendasari pemilihan metode RAD untuk mengembangkan sistem aplikasi berbasis web pada penelitian ini:

1. Skalabilitas atau cakupan fungsi pada sistem yang akan dikembangkan pada penelitian ini hanya sedikit, sehingga tidak cocok menggunakan *waterfall* yang cakupannya sangat besar.
2. Penelitian ini memberikan fokus utama pada tahap pembangunan model klasifikasi, dengan upaya menemukan parameter terbaik agar dapat meningkatkan akurasi atau performa dari model yang dibangun. Hal tersebut sangat sesuai dengan pemilihan RAD untuk pengembangan sistem, karena durasi yang dibutuhkan untuk pengembangan yang singkat sehingga dapat meluangkan lebih banyak waktu pada pembangunan model.
3. Keamanan data-data privasi pengguna merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam membangun sistem. Oleh karena itu, metode *prototyping* tidak dapat digunakan karena untuk mengejar waktu pengembangan yang cepat, maka membuat keamanan pengguna menjadi kurang diperhatikan.

Berdasarkan alasan-alasan yang telah diuraikan di atas, maka dalam penelitian ini metode RAD akan digunakan.

3.2.2. Metode Klasifikasi

Penelitian ini menggunakan data gambar sebagai fitur yang digunakan untuk klasifikasi. Tabel 3.3 menunjukkan beberapa perbandingan metode

klasifikasi yang telah terbukti memberikan performa yang baik dalam klasifikasi gambar [14]:

Tabel 3.3 Perbandingan Metode Klasifikasi Tingkat Dehidrasi

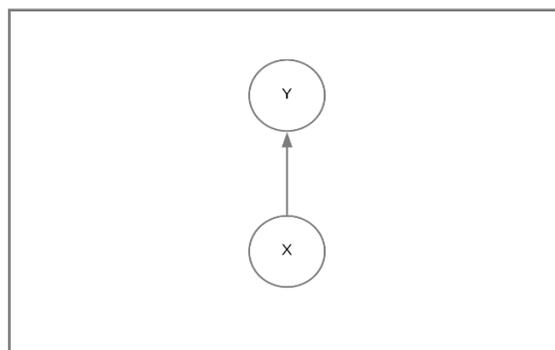
Kategori	CNN	SVM
Basis Pendekatan	Pendekatan <i>deep learning</i> .	Pendekatan <i>traditional machine learning</i> .
Seleksi Fitur	Langsung mendeteksi fitur dari suatu gambar.	Memerlukan seleksi fitur secara terpisah secara manual terhadap gambar.
Ekstraksi Fitur	Langsung melakukan ekstraksi fitur-fitur gambar.	Hanya memetakan input ke beberapa ruang dimensi yang tujuannya agar perbedaan antar kelas dapat diketahui. Sehingga SVM memerlukan ekstraksi fitur secara terpisah.
Komputasi	Memerlukan daya komputasi yang tinggi dan durasi pelatihan model yang lebih lama, tetapi memiliki dukungan GPU untuk melakukan pelatihan model yang lebih cepat.	Walaupun daya komputasi yang diperlukan tinggi, tetapi masih lebih rendah daripada CNN. Waktu untuk pelatihan lama, tetapi masih lebih cepat dibandingkan CNN. SVM tidak mendukung penggunaan GPU.
Tujuan Perancangan	Dirancang untuk melakukan klasifikasi terkait dengan data gambar.	Dirancang untuk melakukan klasifikasi secara umum.
Tujuan Pembelajaran	Mempelajari keseluruhan data.	Hanya memaksimalkan <i>margin</i> .
Jumlah Data	Memerlukan jumlah data yang relatif besar.	Dapat menghasilkan performa yang cukup baik dengan penggunaan data yang relatif sedikit. Tetapi, apabila jumlah data yang digunakan besar maka performa akan menurun.
Kondisi Gambar	Mampu mengolah gambar dalam kondisi bebas, seperti variasi pengambilan gambar, latar belakang yang kompleks, dan pencahayaan.	Tidak bisa mengolah gambar dalam kondisi bebas.
<i>State of the Art</i>	Performa akurasi lebih tinggi pada kasus klasifikasi gambar.	Performa akurasi lebih tinggi pada pendekatan <i>traditional machine learning</i> lainnya.

Sumber: [14]

Dari kedua metode klasifikasi yang telah ditunjukkan pada Tabel 3.3, maka metode *Convolutional Neural Network* (CNN) lebih tepat digunakan untuk pembuatan model klasifikasi tingkat dehidrasi berdasarkan warna urine. Metode CNN akan digunakan pada penelitian ini karena dapat memberikan performa yang lebih baik dalam klasifikasi gambar urine ke dalam lima tingkatan yang berbeda sesuai data yang digunakan dalam penelitian ini. Data yang digunakan pada penelitian ini jumlahnya juga relatif besar dan spesifikasi *hardware* yang digunakan untuk pengembangan model juga mendukung penggunaan *Graphical Processing Unit* (GPU).

3.3. Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian ini dibagi menjadi dua jenis, yaitu variabel dependen dan variabel independen. Hubungan antar variabel penelitian dapat dilihat pada gambar Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Variabel Penelitian

3.3.1. Variabel Dependen

Variabel dependen (variabel terikat) adalah variabel yang nilainya dipengaruhi atau bergantung pada nilai dari variabel independen (variabel

bebas). Dalam penelitian ini, yang menjadi variabel dependen adalah tingkat dehidrasi (Y).

3.3.2. Variabel Independen

Variabel independen (variabel bebas) adalah variabel yang nilainya dapat memengaruhi variabel dependen (variabel terikat). Dalam penelitian ini, yang menjadi variabel independen adalah warna urine berupa gambar (X).

3.4. Tools

Seluruh proses yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan Python karena merupakan bahasa pemrograman yang dikembangkan dengan lisensi *open source*, fleksibel (*cross-platform*), berorientasi objek, dan dilengkapi dengan *library* atau modul yang mendukung mulai dari proses pengolahan data, pengembangan model *deep learning*, hingga implementasi model berupa aplikasi berbasis web. Beberapa modul utama pada Python yang dipakai pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.4.

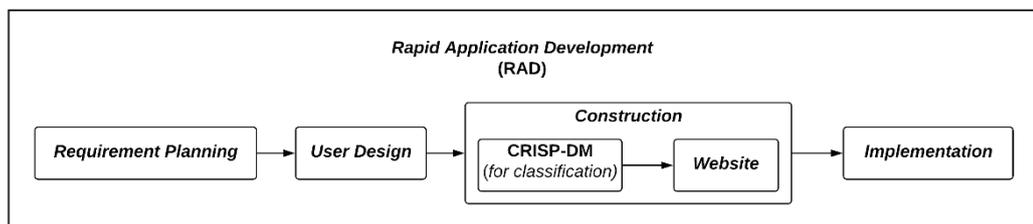
Tabel 3.4 Modul Pendukung pada Penelitian Ini

Modul	Fungsi
Numpy	Mendukung operasi komputasi tipe data numerik seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian, pangkat, dan operasi lainnya yang bisa diterapkan pada vektor atau matriks.
Pandas	Mendukung operasi struktur data dan analisis data, seperti mengubah dimensi data, mendeskripsikan data, dll.
Tensorflow	Mendukung proses pembangunan model <i>deep learning</i> dan proses <i>preprocessing</i> data, seperti <i>data augmentation</i> .
OpenCV	Mendukung proses pengolahan gambar, mulai dari membaca data gambar, melakukan klasifikasi

Modul	Fungsi
	gambar, dan menampilkan hasil manipulasi gambar.
Sklearn	Mendukung berbagai operasi pada machine learning, seperti pembagian data dan <i>confusion matrix</i> .
Matplotlib	Mendukung visualisasi data dalam berbagai jenis grafik.
Flask	Mendukung integrasi <i>front-end</i> dan <i>back-end</i> dalam pengembangan aplikasi web.

3.5. Kerangka Teori

Pada penelitian ini akan dilakukan kombinasi aktivitas kerja antara metode pengembangan sistem RAD dengan metode *data mining* CRISP-DM pada tahap *construction*. Sehingga didapatkan alur kegiatan dalam pengerjaan penelitian ini seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Alur Kerja Penelitian

3.5.1. Requirement Planning

Dalam tahap ini akan diketahui hal yang menjadi kebutuhan sistem, yaitu dengan melakukan identifikasi kebutuhan informasi dan masalah yang dihadapi untuk menentukan tujuan. Setelah itu, dibuat rincian kebutuhan pembangunan sistem terkait *hardware*, *software*, dan *input* yang dibutuhkan. Selain itu, ditentukan juga cakupan dari sistem, terkait aktivitas atau fungsi apa saja yang dibutuhkan pada sistem yang akan dibangun.

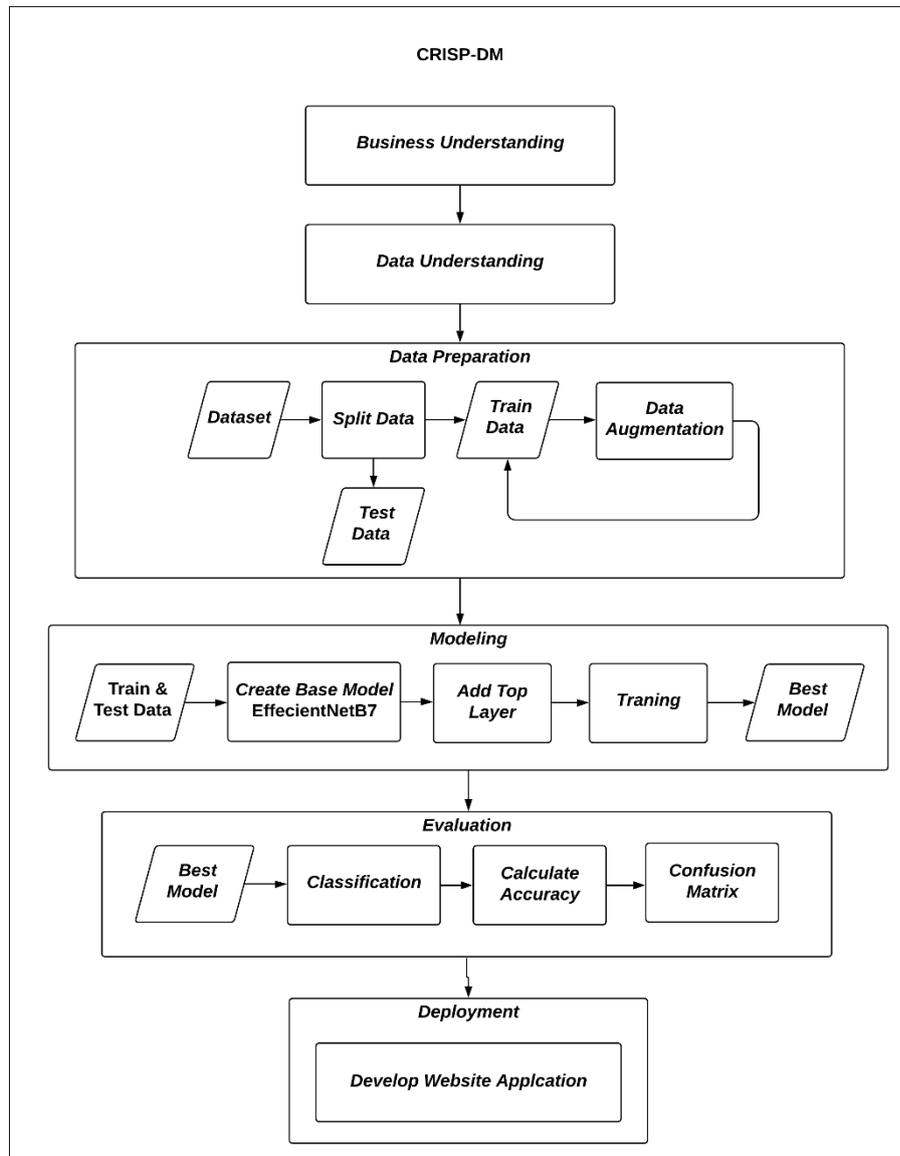
3.5.2. *User Design*

Tahapan ini bertujuan untuk mengetahui struktur dan rancangan dari sistem aplikasi berbasis web yang akan dibangun. Struktur dan rancangan dari sistem tersebut akan digambarkan melalui dua bentuk diagram, yaitu sebagai berikut:

1. *Use Case Diagram* untuk menjelaskan interaksi yang terjadi antara aktor (pengguna) dengan sistem yang dibangun dan fungsi-fungsi yang disediakan sistem agar aktor dapat mencapai tujuannya. *Use case* umumnya direpresentasikan dengan urutan langkah yang sederhana [51].
2. *Activity Diagram* untuk memodelkan proses-proses yang terjadi pada sebuah sistem. Runtutan proses dari suatu sistem digambarkan secara vertikal. *Activity diagram* merupakan pengembangan dari *Use Case* yang memiliki alur aktivitas [52].

3.5.3. *Construction*

Pada tahap ini akan dilakukan pembangunan model klasifikasi tingkat dehidrasi dengan metode CNN hingga implementasi hasil pembangunan model tersebut pada aplikasi berbasis web. Proses-proses yang akan dilakukan pada tahapan ini disesuaikan dengan tahapan pada CRISP-DM yang dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Penerapan CRISP-DM pada Tahap *Construction RAD*

Beberapa penjelasan kegiatan-kegiatan pada tahapan ini akan dilakukan sesuai tahapan CRISP-DM seperti pada Gambar 3.3 antara lain:

1. *Business Understanding*

Tahapan awal ini bertugas untuk mengidentifikasi latar belakang dan tujuan dari kegiatan *data mining* dan pembuatan aplikasi web klasifikasi tingkat dehidrasi menggunakan metode CNN. Model

klasifikasi dan aplikasi berbasis web yang dibangun pada penelitian ini harus sesuai dengan tujuan yang ada pada tahapan ini.

2. *Data Understanding*

Pada tahapan ini akan dijelaskan proses terkait pengumpulan data, proses eksplorasi dan deskripsi data, dan pemeriksaan kualitas data yang akan digunakan untuk membangun model klasifikasi tingkat dehidrasi pada penelitian ini.

3. *Data Preparation*

Pada tahapan ini akan dilakukan persiapan data yang bertujuan untuk memastikan bahwa data mentah yang telah terkumpul benar-benar siap digunakan untuk tahap selanjutnya, yaitu pengembangan model. Beberapa kegiatan yang dilakukan pada tahap ini antara lain sebagai berikut:

- a. Pembagian data dengan menggunakan *k-fold cross validation* agar kemampuan generalisasi model dapat terlihat dan mencegah terjadinya *overfitting* [41]. Pada penelitian ini akan digunakan nilai $k = 5$, sehingga didapatkan pembagian data *training* dan data *testing* dengan rasio 80:20 mengikuti pembagian data yang dilakukan pada penelitian [47].
- b. *Data Augmentation* bertujuan untuk memanipulasi dan memperbanyak data tanpa kehilangan esensi dari data, sehingga didapatkan variasi baru dari data-data yang telah terkumpul dengan melakukan beberapa teknik transformasi [48].

4. *Modeling*

Pada tahap ini akan dilakukan pembangunan model klasifikasi tingkat dehidrasi berdasarkan warna urine menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN). Pada penelitian ini, arsitektur CNN yang dipakai adalah *pre-trained* model CNN, yaitu EfficientNet dengan melakukan beberapa modifikasi agar dapat disesuaikan dengan kebutuhan model dan data yang dipakai. Modifikasi tersebut dilakukan pada bagian *top layers* antara lain sebagai berikut:

a. *Global Average Pooling 2D*

Global Average Pooling 2D layer akan dipakai dalam pengembangan model agar dapat meminimalkan terjadinya *overfitting* dengan mengurangi jumlah total parameter.

b. *Dropout Layer*

Pada bagian *output layer* akan ditambahkan *dropout layer* untuk mengurangi terjadinya *overfitting*. Nilai *dropout* yang dipakai pada model sebesar 20% yang akan menghilangkan 19 neuron dengan tujuan untuk mempercepat proses pelatihan dari yang semula membutuhkan waktu sekitar delapan sampai sembilan jam, menjadi hanya enam sampai tujuh jam.

Selain modifikasi *top layer*, terdapat beberapa parameter yang digunakan dalam pengembangan model untuk meningkatkan performa model, antara lain sebagai berikut [53]:

a. *Batch Size*

Batch size adalah jumlah data yang disebarikan pada *neural network* setiap iterasi pembelajaran selama proses pelatihan model. Apabila nilai *batch size* yang digunakan terlalu besar, maka durasi yang dibutuhkan untuk mencapai akurasi tertentu akan semakin lama. Sebaliknya, jika nilai *batch size* terlalu kecil maka setelah melewati sekian iterasi pembelajaran akan terjadi penurunan nilai akurasi, sehingga diperoleh hasil yang tidak sesuai harapan.

b. *Learning Rate*

Learning rate adalah nilai yang menentukan seberapa banyak informasi yang dibutuhkan dari iterasi pembelajaran sebelumnya yang berpengaruh terhadap besarnya nilai *loss function*. Untuk mencapai performa model yang baik, semakin besar nilai *batch size* yang digunakan, maka diperlukan nilai *learning rate* yang besar pula, begitu pun sebaliknya. Apabila nilai *batch size* kecil, dan *learning rate* besar maka akan berdampak pada nilai *loss* yang besar pula. Sehingga dalam pelatihan model terdapat teknik *decay* atau penurunan nilai *learning rate* seiring bertambahnya iterasi pembelajaran dengan tujuan untuk mengurangi *overfitting*.

Pada penelitian ini digunakan arsitektur CNN EfficientNet karena mampu menghasilkan performa model yang lebih baik daripada

beberapa *pre-trained* model CNN lainnya, baik dari sisi efisiensi waktu, kemampuan komputasi, dan tingkat akurasi [16].

5. *Evaluation*

Pada tahap ini dilakukan pengukuran performa model yang telah dibangun setelah melewati fase pelatihan dan pengujian dengan tujuan untuk mengetahui kualitas model. Pada penelitian ini terdapat beberapa cara yang dilakukan dalam mengukur performa model, yaitu sebagai berikut:

a. Perhitungan *Accuracy* dan *Loss*

Accuracy and *loss* dapat digunakan untuk mengukur seberapa baik performa model dalam melakukan prediksi. Nilai *accuracy* model diperoleh dengan menghitung rasio nilai prediksi dengan nilai aktualnya, sedangkan *loss* menunjukkan jarak antar hasil prediksi dengan nilai aktual berupa probabilitas prediksi suatu kelas.

b. *5-Fold Cross Validation*

Dengan penerapan *5-fold cross validation* maka dilakukan pelatihan model sebanyak lima kali dengan lima hasil yang berbeda. Hasil tersebut akan dibandingkan satu sama lain agar dapat diketahui stabilitas performa model dalam melakukan klasifikasi dan kemampuan generalisasi model yang dibangun.

c. *Confusion Matrix*

Pembuatan *confusion matrix* bertujuan untuk mengukur performa model untuk masing-masing tingkat dehidrasi dan mengukur performa model melalui nilai diagonal dari *confusion matrix* tersebut.

6. *Deployment*

Pada tahap ini akan dilakukan representasi model dalam bentuk aplikasi berbasis web yang dapat mengklasifikasikan tingkat dehidrasi berdasarkan warna pada gambar urine. Model yang akan diimplementasikan pada aplikasi tersebut didasarkan pada pemilihan model terbaik yang telah dilakukan pada tahap evaluasi.

3.5.4. *Implementation*

Pada awal pengembangan sistem telah dideskripsikan berbagai tujuan dan kebutuhan yang hendak dicapai. Untuk memastikan bahwa aplikasi berbasis web yang dibangun sudah sesuai dengan tujuan dan kebutuhan tersebut, dilakukan *User Acceptance Testing* (UAT) kepada 5 responden. Format pembuatan UAT didasarkan pada penelitian yang telah dilakukan oleh Sandin [54]. Setiap responden akan menguji dan memberikan penilaian terkait keberhasilan fungsi atau fitur yang ada pada aplikasi web. Hasil uji dari responden akan dihitung rasio jumlah keberhasilan fungsi dengan jumlah keseluruhan fungsi yang ada, baik yang berhasil maupun gagal. Hal ini dilakukan agar dapat diketahui tingkat keberhasilan aplikasi yang telah dibangun.