

**RANCANG BANGUN APLIKASI MOBILE UNTUK
DETEKSI DEHIDRASI BERBASIS ANALISIS
WARNA URINE MENGGUNAKAN
MACHINE LEARNING**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:
Cindy Fitri Utami
3312301028

Disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Ahli Madya
Teknik Informatika



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
POLITEKNIK NEGERI BATAM
BATAM
2026**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul **“Rancang Bangun Aplikasi Mobile Deteksi Dehidrasi Berbasis Analisis Warna Urine Menggunakan Machine Learning”** tepat pada waktunya. Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan Tugas Akhir pada jurusan Teknik Informatika program studi Tekni Informatika di Politeknik Negeri Batam. Dalam proses penyusunan laporan ini, penulis banyak mendapat bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Sartikha, S. ST.,M.Eng, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan berharga kepada penulis selama proses penyusunan laporan ini, sehingga tugas akhir dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak Muhammad Idris, S.Tr.,M.Tr.Kom, selaku wali dosen yang telah memberikan motivasi, konsultasi akademik, dan dukungan selama masa studi di Politeknik Negeri Batam, termasuk dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
3. Para dosen dan staf Jurusan Teknik informatika Politeknik Negeri Batam yang telah memberikan fasilitas, pengetahuan, dan dukungan selama menempuh pendidikan di Politeknik Negeri Batam.
4. Rekan-rekan mahasiswa, khususnya teman seangkatan Elys Aulia Tanjung, Rachel Hartati Simbolon yang terlibat dalam diskusi, berbagi ide dan motivasi selama proses pengembangan proyek ini.
5. Keluarga tercinta, khususnya Mama dan Papa, yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, memberikan motivasi, dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan penuh tanggung jawab.

Laporan ini bertujuan untuk mendokumentasikan proses rancang bangun aplikasi mobile yang dapat memantau kebutuhan cairan tubuh berdasarkan suhu tubuh secara real-time, dengan harapan dapat memberikan kontribusi dalam bidang kesehatan dan teknologi informasi. Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat

bagi pembaca, khususnya mahasiswa, praktisi, dan masyarakat umum yang tertarik dengan pengembangan aplikasi berbasis mobile untuk pemantauan kesehatan.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis dengan rendah hati menerima segala bentuk kritik dan saran yang membangun dari para pembaca demi perbaikan di masa mendatang.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	2
DAFTAR ISI.....	4
DAFTAR TABEL.....	6
DAFTAR GAMBAR	7
DAFTAR LAMPIRAN.....	8
ABSTRAK	9
BAB I PENDAHULUAN	10
1.1. Latar Belakang	10
1.2. Rumusan Masalah	11
1.3. Tujuan	11
1.4. Batasan Masalah.....	11
1.5. Manfaat	12
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	13
2.1. Penelitian Terkait	13
2.2. Landasan Teori.....	15
2.2.1 Dehidrasi	15
2.2.2 Warna Urine sebagai indikator dehidrasi	15
2.2.3 Convolutional Neural Network (CNN)	16
2.2.4 Digital Image Processing (Pemrosesan Citra Digital)	18
2.2.5 <i>Machine Learning</i> dalam deteksi warna urine	19
2.2.6 Uraian singkat studi kasus/Objek penelitian	20
2.3. Metode Pengembangan Produk.....	20
BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN	21
3.1. Analisis Kebutuhan	23
3.1.1 Proses Bisnis Berjalan.....	23
3.1.2 Gambaran Umum Sistem	25
3.2. Perancangan	26
3.2.1 Kebutuhan Fungsional	26
3.2.2 Kebutuhan Non-Fungsional	27
3.2.3 Diagram <i>Use Case</i>	28
3.2.4 Skenario <i>Use Case</i>	29

3.2.5 Activity Diagram.....	36
3.2.6 ER Diagram.....	42
3.2.6 Perancangan Antarmuka (Wireframe)	43
BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	47
4.1. Hasil Implementasi.....	47
4.1.1 Implementasi REST API.....	47
4.1.2 Implementasi Model Machine Learning	48
4.1.3 Implementasi Aplikasi Mobile (Flutter)	49
4.1.4 Implementasi Antarmuka Aplikasi	49
4.1.5 Implementasi Database	54
4.2. Pengujian <i>User Acceptance Testing</i> (UAT).....	55
BAB V KESIMPULAN	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	59
DAFTAR LAMPIRAN	61

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Studi Literatur	14
Tabel 2. Kebutuhan Fungsional	26
Tabel 3. Kebutuhan Non Fungsional	27
Tabel 4. Skenario <i>Usecase</i> registrasi dan login akun.....	29
Tabel 5. Skenario <i>Usecase</i> Input Data Profil	30
Tabel 6. Skenario <i>Usecase</i> Memilih mode input	30
Tabel 7. Skenario <i>Usecase</i> Analisis warna urine dengan machine learning.....	31
Tabel 8. Skenario <i>Usecase</i> Menampilkan hasil deteksi	32
Tabel 9. Skenario <i>Usecase</i> menghapus foto urine	32
Tabel 10. Skenario <i>Usecase</i> menyimpan riwayat dan menampilkan grafik	33
Tabel 11. Skenario <i>Usecase</i> notifikasi pengingat minum air.....	34
Tabel 12. Skenario <i>Usecase</i> melihat tips edukasi	34
Tabel 13. Skenario <i>Usecase</i> menghapus seluruh data pribadi	35
Tabel 14. UAT Testing	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tabel Warna Urine	16
Gambar 3. 1 Proses Bisnis Secara Manual.....	24
Gambar 3. 2 Proses Bisnis Menggunakan Sistem.....	24
Gambar 3. 3 Gambaran Umum Sistem	25
Gambar 3. 4 <i>Usecase</i> Diagram.....	28
Gambar 3. 5 <i>Activity</i> Diagram registrasi dan login	36
Gambar 3. 6 <i>Activity</i> Diagram cek dehidrasi	37
Gambar 3. 7 <i>Activity</i> Diagram riwayat dan grafik	38
Gambar 3. 8 <i>Activity</i> Diagram notifikasi minum air	39
Gambar 3. 9 <i>Activity</i> Diagram tips kesehatan	40
Gambar 3. 10 <i>Activity</i> Diagram hapus semua data pengguna.....	41
Gambar 3. 11 <i>Entity Realtional</i> Diagram.....	42
Gambar 3. 12 Antarmuka Login dan Register	43
Gambar 3. 13 Antarmuka Dashboard Pengguna.....	44
Gambar 3. 14 Antarmuka History Pengguna	44
Gambar 3. 15 Antarmuka Kamera Scan	45
Gambar 3. 16 Antarmuka Statistik Hidrasi Pengguna	45
Gambar 3. 17 Antarmuka Hasil Analisis	46
Gambar 3. 18 Antarmuka Profil dan Edit Profil pengguna.....	46
Gambar 4. 1 Halaman Login dan Register.....	50
Gambar 4. 2 Halaman dashboard	50
Gambar 4. 3 Halaman Kamera Scan	51
Gambar 4. 4 Halaman hasil deteksi.....	52
Gambar 4. 5 Halaman Riwayat deteksi.....	52
Gambar 4. 6 Halaman profil pengguna	53
Gambar 4. 7 Implementasi Database	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Dokumen Proses Pengumpulan Requirement	61
Lampiran B. Link Produk	61
Lampiran C. Dokumen Pengujian UAT.....	61

ABSTRAK

Dehidrasi sering terjadi tanpa disadari dan dapat mengganggu kesehatan sehari-hari. Salah satu cara paling mudah dan murah untuk mengetahui apakah tubuh kekurangan cairan adalah dengan melihat warna urine. Semakin gelap warna urine, semakin besar kemungkinan tubuh sedang dehidrasi. Penelitian ini membuat aplikasi mobile yang dapat membantu pengguna mendeteksi tingkat dehidrasi hanya dengan mengambil gambar urine menggunakan kamera ponsel. Aplikasi ini bekerja dengan menganalisis warna urine melalui metode machine learning, khususnya Convolutional Neural Network (CNN). Proses pengembangan dimulai dari pengumpulan data foto urine yang diberi label sesuai standar urine color chart (skala 1-8), pelatihan model CNN dengan teknik transfer learning berbasis MobileNetV2, hingga pengimplementasian model tersebut ke dalam aplikasi android menggunakan TensorFlow Lite. Selain menampilkan tingkat dehidrasi, aplikasi juga memberikan saran jumlah air yang perlu diminum, menyimpan riwayat pengukuran, serta mengirimkan pengingat minum secara otomatis. Dengan demikian, aplikasi ini menjadi alat sederhana yang dapat digunakan siapa saja untuk memantau kebutuhan cairan tubuh sehari-hari dan mencegah dehidrasi sejak dini.

Kata Kunci: aplikasi mobile, dehidrasi, warna urine, machine learning, convolutional neural network

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dehidrasi merupakan kondisi ketidakseimbangan cairan tubuh yang terjadi ketika jumlah cairan yang keluar lebih banyak dibandingkan yang masuk. Dehidrasi ringan hingga sedang merupakan masalah kesehatan yang sering tidak disadari, terutama di kalangan mahasiswa dan generasi muda yang memiliki tingkat kesibukan tinggi. Berdasarkan survei awal yang dilakukan terhadap 17 mahasiswa usia 18–25 tahun, sebanyak 64,7% responden mengaku pernah mengalami gejala dehidrasi seperti pusing, mulut kering, lemas, dan urine berwarna gelap. Meskipun 35,3% responden telah mengetahui bahwa warna urine dapat menjadi indikator tingkat hidrasi tubuh, namun 64,7% di antaranya menyatakan kesulitan atau sangat kesulitan menilai warna urine secara manual karena faktor pencahayaan, subjektivitas, dan kurangnya standar acuan yang jelas. Kebiasaan memeriksa warna urine sendiri pun masih rendah; hanya 52,9% yang melakukannya setiap kali buang air kecil. Hal ini menunjukkan adanya gap antara pengetahuan dan perilaku nyata dalam menjaga status hidrasi. Di sisi lain, sebanyak 76,5% responden sangat mengharapkan rekomendasi personal mengenai jumlah air yang harus diminum setiap harinya, dan 64,7% menganggap aplikasi pemantau dehidrasi berbasis analisis foto urine sebagai solusi yang sangat penting

Teknologi perangkat pintar dalam bidang medis merupakan salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mendeteksi gejala dari suatu penyakit secara dini. Pendeteksian secara dini diperlukan untuk mencegah berkembangnya penyakit menjadi tingkat yang lebih berbahaya. Salah satu jenis penyakit yang perlu dideteksi secara dini adalah dehidrasi. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan aplikasi mobile yang mampu mendeteksi warna urine secara otomatis melalui kamera ponsel, memberikan rekomendasi asupan cairan secara personal, serta menyajikan riwayat dan

visualisasi status hidrasi harian dengan tetap menjaga privasi data pengguna secara ketat.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, adapun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun aplikasi mobile yang mampu mendeteksi tingkat dehidrasi secara otomatis melalui analisis foto warna urine?
2. Bagaimana aplikasi dapat memberikan rekomendasi asupan cairan harian?
3. Bagaimana menjamin privasi dan keamanan data foto urine pengguna sehingga pengguna merasa nyaman dan bersedia menggunakan aplikasi secara rutin?

1.3. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari proyek ini sebagai berikut:

1. Merancang dan mengembangkan aplikasi mobile pemantau dehidrasi berbasis analisis foto urine menggunakan machine learning.
2. Mengimplementasikan fitur rekomendasi asupan cairan individu dengan mempertimbangkan hasil analisis urine, berat badan, tinggi badan, serta aktivitas harian pengguna.
3. Menerapkan mekanisme perlindungan privasi pengguna dengan enkripsi lokal, opsi penghapusan data, serta opsi input manual warna urine pada *colour chart*.

1.4. Batasan Masalah

Untuk mendukung kelancaran proyek dan pencapaian hasil yang optimal, proyek ini dibatasi pada aspek-aspek berikut:

1. Aplikasi hanya ditujukan untuk pengguna smartphone.
2. Deteksi warna urine dilakukan dengan metode pengambilan foto menggunakan kamera ponsel.
3. Rekomendasi asupan cairan dihitung berdasarkan berat badan, tinggi badan,

aktivitas, dan hasil warna urine.

4. Penelitian ini tidak melakukan validasi klinis medis.

1.5. Manfaat

Manfaat Teoritis / Ilmiah

1. Menambah wawasan baru tentang cara sederhana dan akurat memantau dehidrasi sehari-hari melalui warna urine menggunakan smartphone, tanpa perlu alat medis khusus.
2. Memberikan bukti ilmiah bahwa analisis warna urine (baik secara otomatis lewat foto maupun manual lewat pemilihan warna) bisa diandalkan sebagai alat screening hidrasi yang murah dan mudah.
3. Memperkayakan literatur health-informatics, khususnya tentang desain aplikasi kesehatan yang tetap akurat tapi sangat peduli dengan privasi pengguna.

Manfaat Praktis

1. Meningkatkan Kesadaran Hidrasi, membantu pengguna sadar kapan tubuh lagi kurang cairan, sehingga terbiasa minum cukup sebelum muncul gejala pusing atau lemas.
2. Pencegahan Dehidrasi, dengan notifikasi dan rekomendasi pengguna setiap hari.
3. Kemudahan Pemantauan Kesehatan, memudahkan pengguna memantau hidrasi tubuh secara mandiri dan efisien melalui aplikasi mobile.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait

1. Klasifikasi Tingkat Dehidrasi Berdasarkan Warna Urin Menggunakan Metode *K- Nearest Neighbor*.

Penelitian ini mengklasifikasikan tingkat dehidrasi dengan memanfaatkan citra urine yang diolah melalui ekstraksi warna RGB, kemudian diklasifikasikan menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN). Metode ini dipilih karena sederhana, mudah diimplementasikan, dan mampu memberikan akurasi yang cukup baik meskipun menggunakan dataset terbatas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi warna urine dapat dibedakan dengan cukup efektif menggunakan model KNN, namun penelitian ini masih memiliki keterbatasan seperti sensitivitas terhadap pencahayaan, penggunaan ruang warna yang sederhana, serta jumlah sampel yang relatif sedikit sehingga tingkat generalisasi model belum optimal.

2. Monitoring Pengingat Tingkat Dehidrasi Tubuh Melalui Warna Urine Dengan Metode Fuzzy Mamdani di Urinoir Toilet.

Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring dehidrasi di urinoir toilet dengan metode Fuzzy Mamdani yang mampu mengelompokkan tingkat dehidrasi menjadi empat kategori, yaitu tidak dehidrasi, dehidrasi ringan, sedang, dan berat. Sensor TCS3200 digunakan untuk membaca nilai RGB dari warna urine, lalu dimasukkan ke dalam sistem fuzzy untuk menghasilkan keputusan yang lebih fleksibel dan menyerupai cara manusia menilai warna. Sistem ini bekerja secara otomatis dan real-time, namun memiliki keterbatasan berupa jumlah sampel yang sangat sedikit, rule fuzzy yang masih perlu dioptimalkan, serta akurasi yang bervariasi terutama pada simulasi MATLAB.

3. Analisis Nilai RGB dan YCBCR Pada Urine Untuk Mengetahui Tingkat Dehidrasi.

Penelitian ini fokus pada pengolahan citra urine dengan menganalisis nilai

RGB dan YCbCr sebagai dasar untuk menentukan kategori dehidrasi maupun terhidrasi. Citra urine difoto dengan kamera dalam kondisi terkontrol, kemudian nilai warnanya dihitung melalui aplikasi MATLAB. Dengan menggunakan dua ruang warna sekaligus, penelitian ini berhasil menunjukkan perbedaan yang cukup jelas antara urine terhidrasi dan dehidrasi. Meskipun demikian, pendekatannya hanya menggunakan threshold tanpa bantuan model pembelajaran mesin, sehingga akurasi bergantung pada stabilitas pencahayaan dan kualitas foto.

4. Penerapan Algoritma Random Forest untuk Identifikasi Dehidrasi Berbasis Citra Urine.

Penelitian ini memanfaatkan algoritma Random Forest untuk mengidentifikasi tingkat dehidrasi berdasarkan fitur warna citra urine, khususnya menggunakan ruang warna YCbCr yang lebih stabil terhadap perubahan pencahayaan dibanding RGB. Random Forest dipilih karena kemampuannya dalam menangani data non-linear serta menghasilkan akurasi tinggi meskipun dataset tidak terlalu besar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini lebih unggul dibandingkan pendekatan thresholding sederhana atau metode tradisional lainnya. Namun, penelitian tetap memiliki keterbatasan berupa jumlah sampel yang terbatas dan belum diuji pada kondisi pencahayaan yang lebih bervariasi.

Tabel 1. Studi Literatur

Peneliti/Tahun	Judul/Topik Penelitian	Metode/Teknologi	Kelebihan	Kekurangan/ Celah
Zulfachmi dkk (2023)	Klasifikasi Tingkat Dehidrasi Berdasarkan Warna Urine Menggunakan KNN	RGB + KNN, MATLAB GUI	Metode sederhana, akurasi cukup tinggi, mudah diimplementasikan.	Dataset kecil, sensitif terhadap pencahayaan, hanya memakai RGB, hanya 2 kelas.
Ameng Bagus Suprayogy dkk (2020)	Analisis RGB & YCbCr untuk Mengetahui Tingkat Dehidrasi	Kamera, RGB & YCbCr, MATLAB	Menggunakan dua ruang warna (RGB & YCbCr), dataset 40 sampel, lebih stabil	Tidak menggunakan machine learning, hanya thresholding, butuh cahaya beragam

Darwis Antonio dkk (2025)	Monitoring Dehidrasi dengan Fuzzy Mamdani di Urinoir Toilet	Sensor TCS3200, Arduino, Fuzzy Mamdani	Real-time, 4 level dehidrasi, akurasi sensor tinggi.	Dataset sangat sedikit (8 sampel), akurasi MATLAB rendah, fuzzy rule kurang optimal.
(2024)	Penerapan Algoritma Random Forest untuk Identifikasi Dehidrasi Berbasis Citra Urine	Ekstraksi fitur YCbCr, Random Forest	Akurasi tinggi (90%), YCbCr lebih stabil dari RGB, cocok untuk klasifikasi citra.	Dataset kecil (30 sampel), tidak diuji pada kondisi cahaya tidak terkontrol.

2.2. Landasan Teori

2.2.1 Dehidrasi

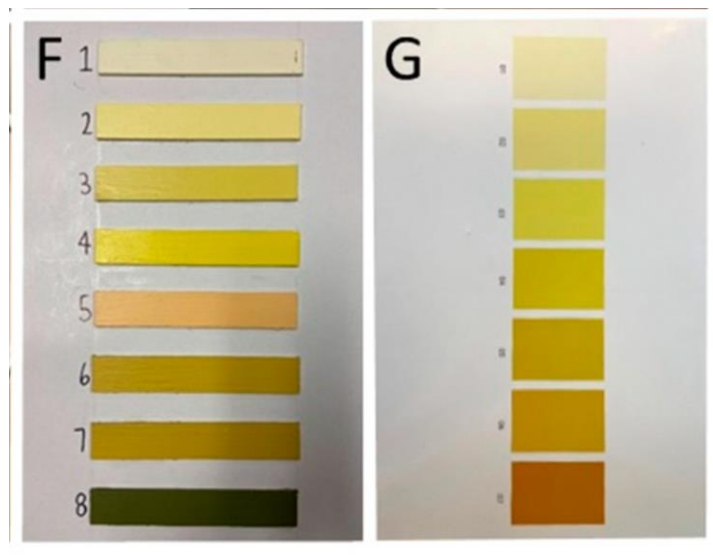
Dehidrasi adalah gejala dari ketidakseimbangan cairan dalam tubuh yang muncul saat lebih banyak cairan yang dikeluarkan daripada yang dimasukkan. Sehubungan dengan kehilangan berat badan, dehidrasi dapat diklasifikasikan menjadi 3 kategori: dehidrasi ringan terjadi ketika tubuh kehilangan 1% berat badan dikeluarkan melalui keringat, yang menyebabkan penurunan kinerja, dehidrasi berat terjadi ketika tubuh kehilangan 3% dari berat badan melalui keringat, yang menyebabkan suhu tubuh meningkat, dan dehidrasi berat ketika kehilangan cairan di atas 5% dari berat badan menyebabkan penurunan kapasitas kerja dan masalah kognitif.

2.2.2 Warna Urine sebagai indikator dehidrasi

Warna urin merupakan salah satu parameter penting dan non-invasif dalam menilai status hidrasi tubuh manusia. Urin mengandung air, elektrolit, serta sisa metabolisme yang diekskresikan oleh ginjal. Saat tubuh mengalami kekurangan cairan, ginjal meningkatkan reabsorpsi air sehingga urin menjadi lebih pekat, yang tercermin dari perubahan intensitas dan kegelapan warna. Secara fisiologis, warna urin normal berkisar dari kuning sangat pucat hingga kuning keemasan, dipengaruhi oleh pigmen urobilin (urochrome). Pada kondisi terhidrasi baik, konsentrasi pigmen rendah sehingga warna

lebih terang; sebaliknya, dehidrasi meningkatkan konsentrasi pigmen dan membuat urin lebih gelap.

Penilaian warna urin telah lama digunakan dalam penelitian olahraga, kesehatan masyarakat, dan aplikasi medis karena mudah diamati serta cepat. Standar gold untuk penilaian ini adalah urine color chart 8-skala yang dikembangkan oleh Armstrong et al. (1994), yang telah divalidasi secara klinis terhadap marker hidrasi seperti urine specific gravity (USG) dan osmolality. Penelitian terbaru oleh Wardenaar et al. (2021) pada 189 atlet muda membandingkan chart 8-skala (adaptasi dari Armstrong) dengan chart 7-skala baru, dan menyimpulkan bahwa keduanya memiliki akurasi diagnostik serupa (AUC 0.74–0.86) untuk mendeteksi konsentrasi urin, sehingga chart Armstrong tetap reliable sebagai referensi self-assessment hidrasi[14].



Gambar 2. 1 Tabel Warna Urine

2.2.3 Convolutional Neural Network (CNN)

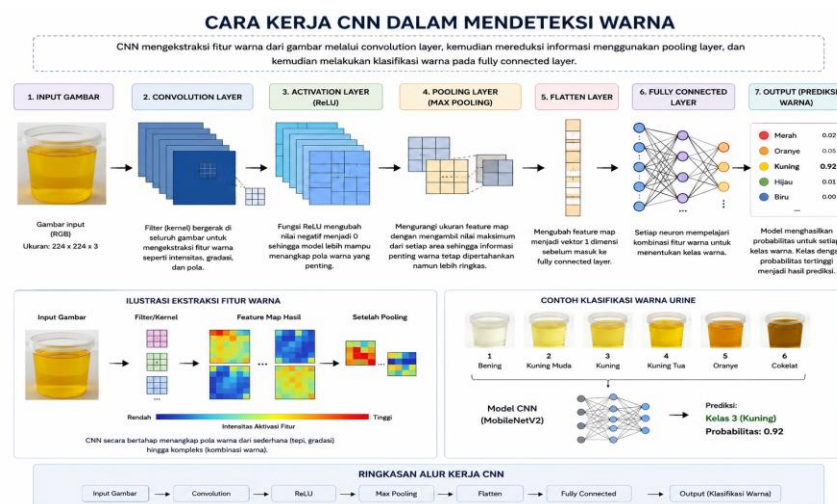
Deep Convolutional Neural Networks (CNN) telah membawa perubahan besar dalam berbagai bidang, termasuk analisis citra medis, dan menjadi algoritma mutakhir untuk tugas seperti deteksi penyakit, segmentasi organ, serta peningkatan kualitas gambar.

Kemampuan CNN dalam mempelajari fitur hierarkis secara otomatis dari data pencitraan medis telah menghasilkan terobosan dalam akurasi diagnosis dan perawatan pasien. CNN biasanya terdiri dari:

1. *Convolutional layers*, untuk mendeteksi pola spasial pada gambar.
2. *Pooling layers*, untuk mengurangi dimensi sambil mempertahankan fitur penting.
3. *Fully connected layers*, untuk menggabungkan fitur menjadi prediksi.

CNN memiliki kemampuan untuk mempelajari fitur hierarkis dari data citra, mulai dari fitur sederhana seperti garis dan tepi hingga fitur yang lebih kompleks. Oleh karena itu, CNN banyak digunakan dalam berbagai bidang, terutama pada analisis citra medis, deteksi objek, pengenalan wajah, dan klasifikasi gambar.

Dalam bidang kesehatan, CNN digunakan untuk membantu proses diagnosis penyakit melalui analisis citra medis seperti X-ray, CT Scan, MRI, dan PET Scan. Kemampuan CNN dalam melakukan ekstraksi fitur secara otomatis membuat metode ini lebih efektif dibandingkan metode machine learning tradisional yang masih memerlukan ekstraksi fitur secara manual.



Gambar 2. 2 Cara Kerja CNN mendeteksi warna

Berdasarkan ilustrasi cara kerja CNN pada Gambar 2.2, proses klasifikasi warna dilakukan melalui beberapa tahapan utama. Tahap pertama dimulai dari input gambar berupa citra warna urine yang diambil menggunakan kamera smartphone. Gambar tersebut kemudian diproses pada *convolution layer* untuk mengekstraksi fitur visual seperti intensitas warna, gradasi warna, pola, dan distribusi warna pada citra urine.

Selanjutnya, hasil ekstraksi fitur diproses menggunakan activation layer dengan fungsi ReLU (Rectified Linear Unit) untuk mempertahankan nilai fitur penting dan menghilangkan nilai negatif. Setelah itu, pooling layer digunakan untuk mengurangi ukuran feature map sehingga proses komputasi menjadi lebih ringan tanpa menghilangkan informasi utama pada gambar.

Tahap berikutnya adalah flatten layer yang mengubah feature map dua dimensi menjadi vektor satu dimensi sebelum diteruskan ke fully connected layer. Pada tahap fully connected layer, model CNN mempelajari kombinasi fitur warna untuk melakukan proses klasifikasi tingkat dehidrasi berdasarkan urine color chart.

Output akhir dari model berupa prediksi kategori tingkat dehidrasi pengguna berdasarkan warna urine yang telah dianalisis. Dalam penelitian ini, model CNN yang digunakan adalah MobileNetV2 karena memiliki ukuran model yang ringan dan sesuai untuk implementasi pada perangkat mobile.

2.2.4 Digital Image Processing (Pemrosesan Citra Digital)

Pemrosesan citra digital adalah serangkaian teknik yang dilakukan oleh komputer atau perangkat mobile untuk mengubah, memperbaiki, dan mengekstrak informasi penting dari sebuah gambar digital. Dalam konteks aplikasi deteksi dehidrasi berbasis warna urine, pemrosesan citra digital menjadi tahap krusial agar

hasil analisis warna tetap akurat meskipun foto diambil dalam kondisi pencahayaan, sudut, atau latar belakang yang berbeda-beda. Proses pemrosesan citra digital pada aplikasi ini dimulai sejak pengguna mengambil foto urine hingga gambar siap dimasukkan ke model Machine Learning. Tahapan utamanya meliputi:

1. **Image acquisition**, yaitu pengambilan gambar langsung melalui kamera smartphone dengan panduan frame agar urine berada di posisi tengah.
2. **Pre-processing**, mencakup pengubahan ukuran gambar (resize), pengurangan noise, dan konversi ruang warna dari RGB ke HSV atau LAB yang lebih stabil terhadap perubahan cahaya.
3. **Color correction dan white balancing**, untuk menormalkan pengaruh pencahayaan sehingga warna urine yang terekam mendekati warna sebenarnya.
4. **Segmentation dan ekstraksi Region of Interest (ROI)**, memisahkan cairan urine dari gelas, kloset, atau bayangan dengan teknik thresholding, edge detection, atau GrabCut sehingga hanya bagian urine murni yang dianalisis.
5. **Feature extraction**, menghitung nilai rata-rata warna (mean hue, saturation, lightness) atau distribusi histogram warna dari area urine yang telah dipotong.

2.2.5 Machine Learning dalam deteksi warna urine

Machine Learning (ML), khususnya pendekatan deep learning berbasis *Convolutional Neural Network (CNN)*, digunakan pada aplikasi ini untuk mengklasifikasikan warna urine secara otomatis dengan akurasi tinggi. Berbeda dengan metode rule-based yang hanya membandingkan nilai RGB secara sederhana dan mudah terpengaruh noise atau pencahayaan, model Machine Learning mampu mempelajari pola warna yang kompleks dari ribuan contoh

foto urine sehingga hasilnya lebih konsisten dan mendekati penilaian ahli medis.

Pada penelitian ini, model yang dipilih adalah *MobileNetV2* yang telah melalui proses transfer learning. merupakan arsitektur CNN ringan yang dirancang khusus untuk perangkat mobile, dengan jumlah parameter hanya sekitar 3,4 juta dan ukuran file setelah konversi ke TensorFlow Lite kurang dari 4 MB. Model ini tetap memberikan akurasi tinggi (>95 %) pada tugas klasifikasi citra dengan sumber daya komputasi terbatas.

2.2.6 Uraian singkat studi kasus/Objek penelitian

Studi kasus pada penelitian ini berkaitan dengan pemantauan kondisi hidrasi individu sebagai salah satu upaya untuk membantu mencegah terjadinya dehidrasi. Sasaran penggunaan aplikasi mencakup individu dengan aktivitas yang cukup padat, seperti mahasiswa dan pekerja, yang memiliki kemungkinan mengabaikan kebutuhan konsumsi cairan selama menjalankan aktivitas sehari-hari. Beberapa kondisi yang relevan dengan proyek ini antara lain:

1. **Kesibukan aktivitas** sering membuat individu lupa untuk minum air yang cukup.
2. **Lingkungan kerja atau belajar** yang padat menyebabkan deteksi manual (misalnya dengan melihat warna urine) menjadi kurang praktis.
3. **Kurangnya kesadaran kesehatan** membuat dehidrasi ringan sering diabaikan padahal dapat berdampak pada penurunan konsentrasi, kelelahan, bahkan risiko kesehatan jangka panjang.

2.3. Metode Pengembangan Produk

Penelitian ini menggunakan metode **prototyping** dalam proses pengembangan produk. Metode tersebut digunakan untuk membantu menggambarkan rancangan awal aplikasi sebelum sistem dikembangkan

menjadi produk yang lebih lengkap. Melalui prototype, rancangan fitur dan kebutuhan sistem dapat divisualisasikan sehingga pengembang memiliki gambaran mengenai sistem yang akan dibangun dan pengguna dapat memberikan masukan terhadap rancangan tersebut. Dalam penerapannya, proses pengembangan prototype dilakukan secara bertahap. Rancangan awal yang telah dibuat dapat dievaluasi berdasarkan kebutuhan pengguna. Apabila terdapat fitur atau bagian sistem yang belum sesuai, rancangan tersebut dapat diperbaiki dan dikembangkan kembali. Proses evaluasi dan penyempurnaan dilakukan secara berulang hingga diperoleh rancangan yang sesuai dengan kebutuhan sistem yang telah ditentukan. Menurut Ogedebe dan kolega (2012), prototyping dapat digunakan sebagai pendekatan dalam pengembangan perangkat lunak dengan menghadirkan bentuk awal sistem yang dapat digunakan untuk membantu proses analisis kebutuhan dan interaksi antara pengguna dengan pengembang. Dengan demikian, prototype tidak hanya berfungsi sebagai gambaran awal sistem, tetapi juga dapat digunakan sebagai media untuk memperoleh masukan sebelum sistem dikembangkan lebih lanjut. Secara umum, terdapat beberapa bentuk prototyping yang dapat digunakan dalam pengembangan sistem, yaitu:

1. *Illustrative*, menghasilkan contoh laporan dan tampilan layar.
2. *Simulated*, mensimulasikan beberapa alur kerja sistem tetapi tidak menggunakan data real.
3. *Functional*, mensimulasikan beberapa alaur sistem yang sebenarnya dan menggunakan data real.
4. *Evolutionary*, menghasilkan model yang menjadi bagian dari operasional sistem.

Penggunaan metode prototyping memberikan kesempatan bagi pengguna untuk memberikan tanggapan terhadap rancangan sistem sejak tahap awal pengembangan. Masukan tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan penyesuaian terhadap fitur maupun tampilan

aplikasi. Pendekatan ini juga dapat membantu mengurangi ketidaksesuaian antara rancangan sistem dengan kebutuhan pengguna karena proses evaluasi dilakukan selama pengembangan berlangsung.

Pada penelitian ini, metode prototyping diterapkan dalam pengembangan aplikasi **HydroCare**. Prototype digunakan untuk menggambarkan rancangan fitur utama aplikasi, seperti proses registrasi dan login, pengisian profil pengguna, pemilihan metode input warna urine, proses analisis tingkat dehidrasi, penyajian hasil analisis, pencatatan riwayat, serta pemberian rekomendasi konsumsi cairan. Rancangan tersebut kemudian dikembangkan dan disesuaikan berdasarkan kebutuhan sistem hingga menghasilkan aplikasi yang dapat digunakan sesuai tujuan penelitian.

BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN

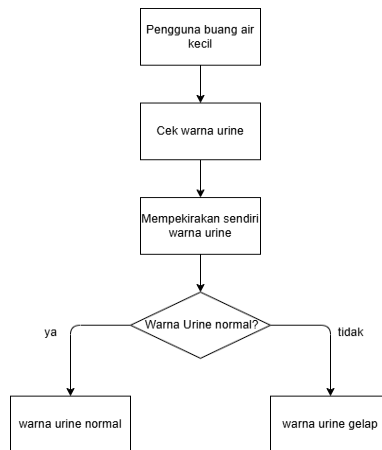
3.1. Analisis Kebutuhan

3.1.1 Proses Bisnis Berjalan

Pemantauan dehidrasi di kalangan mahasiswa dan masyarakat umum masih dilakukan secara manual. Pengguna biasanya hanya mengandalkan rasa haus, gejala fisik (pusing, mulut kering, lemas), atau sekilas melihat warna urine di toilet. Beberapa kendala utama yang muncul adalah:

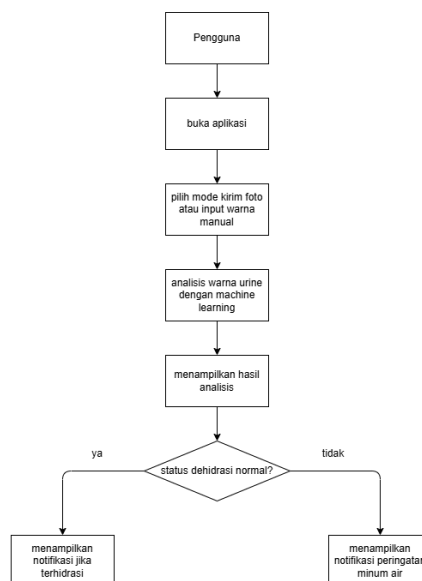
1. Penilaian warna urine dilakukan secara subjektif dan sangat dipengaruhi pencahayaan.
2. Tidak ada standar pembanding yang jelas (Urine Color Chart sering dilupakan atau tidak dibawa).
3. Tidak ada rekomendasi personal berapa liter air yang harus diminum hari itu.
4. Tidak ada riwayat atau grafik perkembangan status hidrasi dari hari ke hari.
5. Banyak pengguna (terutama perempuan) merasa ragu atau malu memotret urine karena khawatir privasi.

Oleh karena itu, dibutuhkan aplikasi mobile yang mampu menganalisis warna urine secara otomatis menggunakan Machine Learning (dengan opsi input foto sekali pakai atau pemilihan warna manual), memberikan rekomendasi asupan cairan yang personal, serta menampilkan riwayat dan notifikasi pengingat — semuanya berjalan langsung di perangkat pengguna tanpa mengorbankan privasi data.



Gambar 3. 1 Proses Bisnis Secara Manual

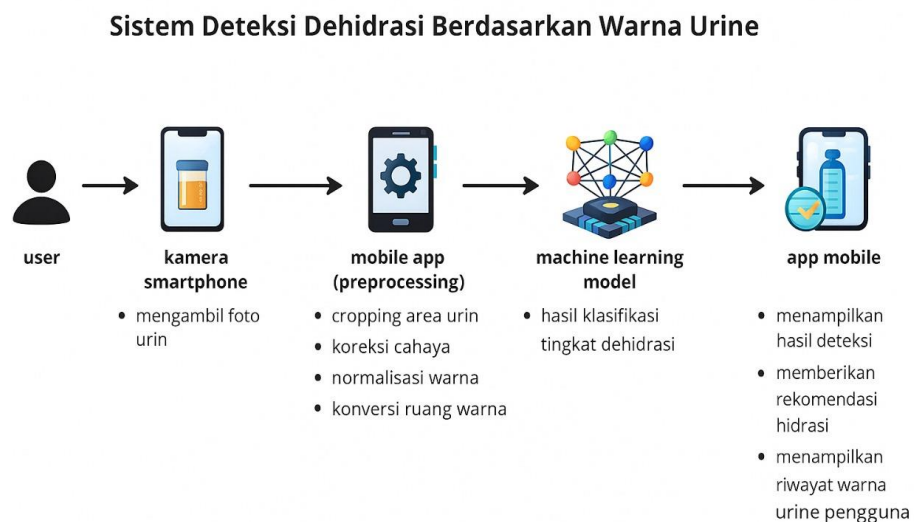
Gambar 3.1 merupakan proses bisnin secara manual, pengguna hanya sekilas melihat warna urine setelah buang air kecil, kemudian memperkirakan sendiri apakah normal atau gelap. Karena penilaian subjektif dan tanpa standar yang jelas, pengguna sering menganggap warna urine masih normal atau tetap lupa menambah asupan cairan meskipun sudah gelap. Akibatnya, dehidrasi ringan berulang terjadi tanpa disadari, tanpa rekomendasi pasti dan tanpa riwayat pemantauan.



Gambar 3. 2 Proses Bisnis Menggunakan Sistem

Gambar 3.2 menggambarkan alur pemantauan dehidrasi setelah menggunakan aplikasi yang dikembangkan. Pengguna membuka aplikasi, memilih mode foto otomatis atau input warna manual, kemudian aplikasi langsung menganalisis warna urine menggunakan Machine Learning (on-device). Hasil analisis ditampilkan seketika berupa status hidrasi. Jika normal, aplikasi menampilkan notifikasi “Kamu sudah terhidrasi baik”. Jika tidak normal, aplikasi langsung menampilkan pesan peringatan dan rekomendasi jumlah air yang harus segera diminum. Dengan demikian, proses menjadi cepat, akurat, objektif, dan memberikan tindakan yang tepat setiap kali pengguna buang air kecil.

3.1.2 Gambaran Umum Sistem



Gambar 3. 3 Gambaran Umum Sistem

Gambar 3.3 merupakan gambaran sistem deteksi dehidrasi berbasis warna urine ini bekerja melalui aplikasi mobile dengan alur sebagai berikut: pengguna mengambil foto urine menggunakan kamera smartphone, kemudian aplikasi melakukan preprocessing berupa cropping area urine, koreksi cahaya, normalisasi warna, dan konversi ruang warna agar warna urine terdeteksi secara akurat

meski dalam kondisi pencahayaan berbeda. Selanjutnya, gambar yang telah diproses dimasukkan ke model machine learning yang telah dilatih untuk mengklasifikasikan tingkat dehidrasi (dari terhidrasi baik hingga dehidrasi berat), lalu aplikasi menampilkan hasil deteksi, rekomendasi jumlah air yang harus diminum, serta menyimpan riwayat warna urine pengguna untuk memantau tren hidrasi dari waktu ke waktu sehingga pengguna dapat mengetahui status hidrasi tubuhnya secara cepat dan praktis hanya dengan memotret urine menggunakan ponsel.

3.2. Perancangan

3.2.1 Kebutuhan Fungsional

Tabel 2. Kebutuhan Fungsional

Kode	Deskripsi
FR-01	Pengguna dapat melakukan registrasi dan login akun.
FR-02	Pengguna dapat menginput data profil seperti berat badan(kg), tinggi badan(cm), jenis kelamin, dan tingkat aktivitas harian.
FR-03	Pengguna dapat memilih dua mode input setiap kali cek dehidrasi (mode foto otomatis menggunakan kamera dan mode manual pilih gambar dari galeri).
FR-04	Sistem melakukan analisis warna urine menggunakan model machine learning.
FR-05	Sistem menampilkan hasil skor 1-100%, status hidrasi, dan rekomendasi jumlah air yang harus diminum hari itu.
	Sistem secara otomatis menghapus foto urine permanen setelah dianalisis (jika menggunakan mode foto).
FR-07	Sistem menyimpan riwayat hidrasi harian dan menampilkan dalam bentuk grafik.
FR-08	Sistem mengirimkan notifikasi pengingat minum air.

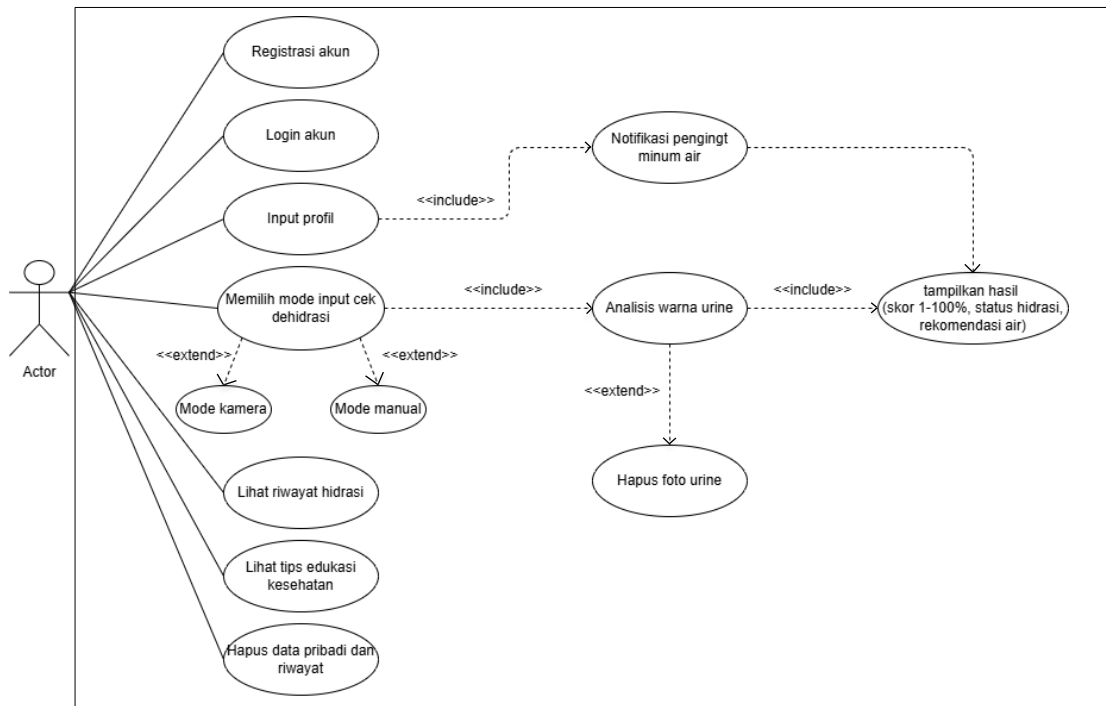
FR-09	Pengguna dapat melihat tips edukasi kesehatan terkait dehidrasi.
FR-10	Pengguna dapat menghapus seluruh data pribadi dan riwayat kapan saja.

3.2.2 Kebutuhan Non-Fungsional

Tabel 3. Kebutuhan Non Fungsional

Kode	Deskripsi
NFR-01	Privasi dan keamanan semua pemrosesan foto dan analisis on-device.
NFR-02	Foto urine wajib terhapus otomatis 10 menit setelah analisis.
NFR-03	Waktu respons analisis warna urine
NFR-04	Data hasil deteksi harus tersimpan secara aman di database.
NFR-05	Waktu respons sistem dari pengukuran hingga hasil ditampilkan tidak lebih dari 5 detik.
NFR-06	Sistem harus dapat diakses melalui perangkat mobile

3.2.3 Diagram Use Case



Gambar 3. 4 Usecase Diagram

Gambar 3.4 merupakan Diagram usecase pada sistem yang akan di kembangkan, dimulai dari pengguna melakukan daftar akun masuk akun input data profil (umur, berat badan, aktivitas, dll), kemudian pengguna mengambil foto urin (dengan opsi memilih mode input dan memilih warna chart untuk kalibrasi), foto langsung masuk ke analisis warna urin yang diproses oleh model machine learning, hasil deteksi tingkat hidrasi segera ditampilkan, foto urin otomatis dihapus setelah analisis untuk menjaga privasi, hasil dan waktu deteksi disimpan sebagai riwayat hidrasi, riwayat tersebut dapat ditampilkan dalam bentuk grafik (dengan bantuan model machine learning lagi untuk prediksi/tren), aplikasi juga secara aktif mengirimkan notifikasi minum air sesuai kebutuhan, menyediakan menu tips edukasi tentang hidrasi, dan kapan saja pengguna dapat menghapus seluruh data pribadi dan riwayat dengan satu kali satu tombol; sehingga seluruh alur mencakup registrasi, pengambilan

data, analisis, privasi ketat, penyimpanan riwayat, visualisasi, pengingat, edukasi, hingga penghapusan data sepenuhnya.

3.2.4 Skenario *Use Case*

Tabel 4. Skenario *Usecase* registrasi dan login akun

Kode Usecase	UC 001
Nama Usecase	Registarsi Login Akun
Aktor	Pengguna
Deskripsi	Pengguna membuat akun baru atau masuk ke aplikasi menggunakan email dan password terdaftar.
Relasi	Autentikasi akun.
Kondisi awal	Pengguna berada di halaman awal aplikasi.
Kondisi akhir	Pengguna berhasil masuk dan dapat mengakses fitur aplikasi.
Alur kejadian normal	
1. Pengguna membuka aplikasi. 2. Pengguna memilih menu registrasi atau login. 3. Pengguna memasukkan email dan password. 4. Sistem memvalidasi input. 5. Sistem menyimpan akun baru (untuk registrasi) atau memberikan akses (untuk login).	
Alur kejadian alternatif	
1a. Email sudah terdaftar, sistem menampilkan pesan “email sudah digunakan”. 1b. Password salah, sistem menampilkan pesan “email atau kata sandi salah”.	

Tabel 5. Skenario *Usecase* Input Data Profil

Kode Usecase	UC 002
Nama Usecase	Input data profil.
Aktor	Pengguna
Deskripsi	Pengguna mengisi data fisik untuk mendukung perhitungan hidarsi.
Relasi	Penyimpanan data profil.
Kondisi awal	Pengguna sudah login.
Kondisi akhir	Data profil tersimpan.
Alur kejadian normal	
1. Pengguna membuka menu profil. 2. Pengguna mengisi berat badan, tinggi badan, jenis kelamin, dan tingkat aktivitas. 3. Sistem mevalidasi data. 4. Sistem menyimpan data ke database.	
Alur kejadian alternatif	
2a. Data tidak lengkap, sistem menampilkan pesan “Lengkapi semua data terlebih dahulu”.	

Tabel 6. Skenario *Usecase* Memilih mode input

Kode Usecase	UC 003
Nama Usecase	Memilih mode input urine.

Aktor	Pengguna
Deskripsi	Pengguna memilih metode input: foto otomatis atau manual chart.
Relasi	Proses analisis urine.
Kondisi awal	Pengguna berada di halaman cek dehidrasi.
Kondisi akhir	Sistem melanjutkan proses input sesuai mode pilihan.
Alur kejadian normal	
1. Pengguna membuka menu cek dehidrasi. 2. Sistem menampilkan dua mode input. 3. Pengguna memilih mode foto atau mode manual. 4. Sistem menampilkan antarmuka input sesuai pilihan	
Alur kejadian alternatif	
-	

Tabel 7. Skenario *Usecase* Analisis warna urine dengan machine learning

Kode Usecase	UC 004
Nama Usecase	Analisis warna urin
Aktor	Sistem
Deskripsi	Sistem memproses warna urine melalui model machine learning.
Relasi	Penentuan skor dehidrasi.
Kondisi awal	Sistem menerima input foto atau warna yang dipilih.
Kondisi akhir	Sistem menghasilkan skor warna urine 1-8.
Alur kejadian normal	
1. Sistem menerima gambar atau input manual dari pengguna. 2. Sistem memproses data menggunakan model ML.	

3. Sistem menentukan skor warna urine.
4. Sistem menyimpan hasil sementara.
Alur kejadian alternatif
4a. Input gambar tidak terbaca, sistem menampilkan pesan “foto tidak valid”.

Tabel 8. Skenario *Usecase* Menampilkan hasil deteksi

Kode Usecase	UC 005
Nama Usecase	Menampilkan hasil deteksi
Aktor	Pengguna
Deskripsi	Sistem menampilkan skor 1-100%, status hidrasi, dan rekomendasi kebutuhan air minum harian.
Relasi	Menampilkan hasil analisis.
Kondisi awal	Skor warna urine sudah tersedia.
Kondisi akhir	Pengguna melihat hasil tangkap deteksi.
Alur kejadian normal	
1. Sistem menampilkan skor hidrasi 1-100%. 2. Sistem menampilkan status hidrasi (normal-berat). 3. Sistem menampilkan rekomendasi jumlah air minum per hari.	
Alur kejadian alternatif	
-	

Tabel 9. Skenario *Usecase* menghapus foto urine

Kode Usecase	UC 006
Nama Usecase	Hapus foto urin otomatis.

Aktor	Sistem.
Deskripsi	Foto hasil input mode kamera dihapus setelah proses analisis selesai.
Relasi	Keamanan dan privasi data.
Kondisi awal	Sistem telah menyelesaikan analisis foto.
Kondisi akhir	Foto tidak lagi tersimpan.
Alur kejadian normal	
1. Sistem mendeteksi bahwa analisis telah selesai. 2. Sistem menghapus foto urine secara permanen.	
Alur kejadian alternatif	
-	

Tabel 10. Skenario *Usecase* menyimpan riwayat dan menampilkan grafik

Kode Usecase	UC 007
Nama Usecase	Riwayat hidrasi.
Aktor	Pengguna
Deskripsi	Aplikasi menyimpan riwayat hasil analisis dan menampilkan grafik perkembangan.
Relasi	Database riwayat.
Kondisi awal	Pengguna sudah melakukan cek hidrasi.
Kondisi akhir	Riwayat tersimpan dan grafik ditampilkan.
Alur kejadian normal	
1. Sistem menyimpan hasil analisis ke riwayat. 2. Pengguna membuka menu riwayat hidrasi. 3. Sistem menampilkan grafik hidrasi berdasarkan riwayat.	

Alur kejadian alternatif
7a. Tidak ada riwayat, sistem menampilkan pesan “belum ada data”.

Tabel 11. Skenario *Usecase* notifikasi pengingat minum air

Kode Usecase	UC 008
Nama Usecase	Pengingat air minum.
Aktor	Sistem.
Deskripsi	Sistem mengirimkan notifikasi berdasarkan jadwal atau kebutuhan hidrasi pengguna.
Relasi	Fitur notifikasi.
Kondisi awal	Notifikasi diaktifkan oleh pengguna.
Kondisi akhir	Notifikasi terkirim.
Alur kejadian normal	
1. Sistem mengecek waktu pengingat. 2. Sistem mengirim notifikasi ke perangkat. 3. Pengguna menerima notifikasi.	
Alur kejadian alternatif	
-	

Tabel 12. Skenario *Usecase* melihat tips edukasi

Kode Usecase	UC 009
Nama Usecase	Melihat tips kesehatan.
Aktor	Pengguna
Deskripsi	Pengguna melihat artikel edukasi tentang dehidrasi dan hidrasi.
Relasi	Konten edukasi.

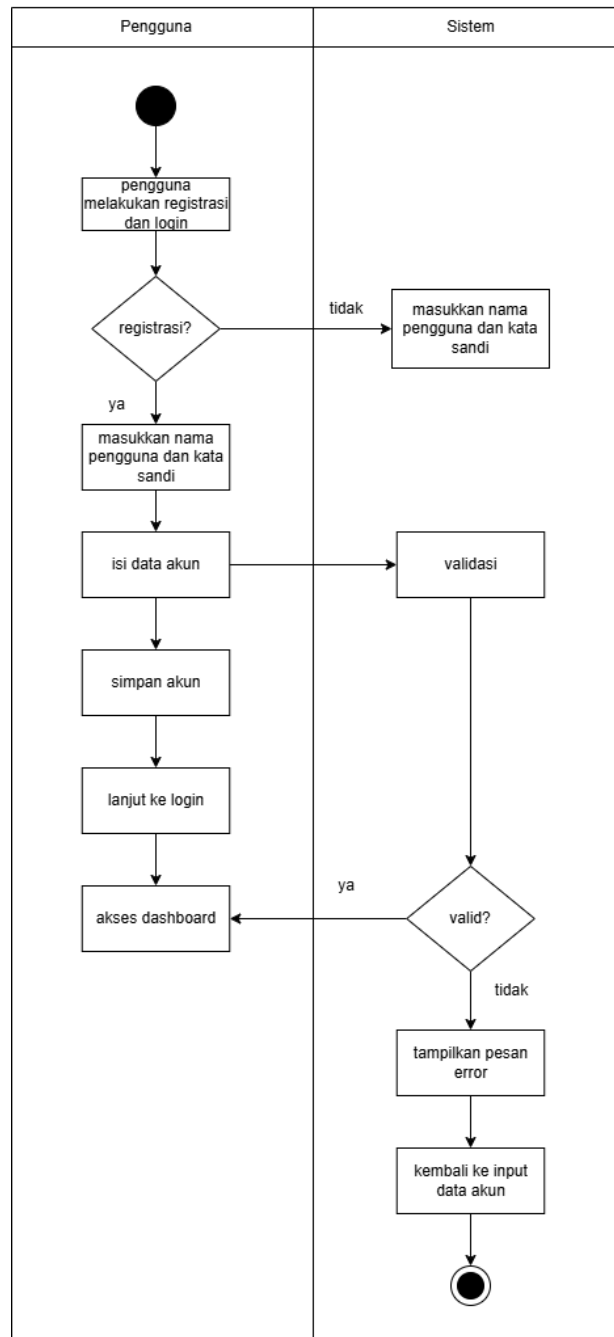
Kondisi awal	Pengguna berada di dalam aplikasi.
Kondisi akhir	Informasi ditampilkan.
Alur kejadian normal	
1. Pengguna membuka menu tips kesehatan. 2. Sistem	
Alur kejadian alternatif	
-	

Tabel 13. Skenario *Usecase* menghapus seluruh data pribadi

Kode Usecase	UC 010
Nama Usecase	Hapus data pengguna.
Aktor	Pengguna
Deskripsi	Pengguna dapat menghapus seluruh data pribadi dan riwayat kapan saja.
Relasi	Manajemen data.
Kondisi awal	Pengguna sudah login.
Kondisi akhir	Seluruh data pengguna terhapus permanen.
Alur kejadian normal	
1. Pengguna membuka menu pengaturan akun. 2. Pengguna memilih opsi hapus semua data. 3. Sistem meminta konfirmasi. 4. Pengguna menekan “ya”. 5. Sistem menghapus seluruh data dari database. 6. Sistem menampilkan pesan bahwa data berhasil dihapus.	
Alur kejadian alternatif	
-	

3.2.5 Activity Diagram

DIAGRAM 01

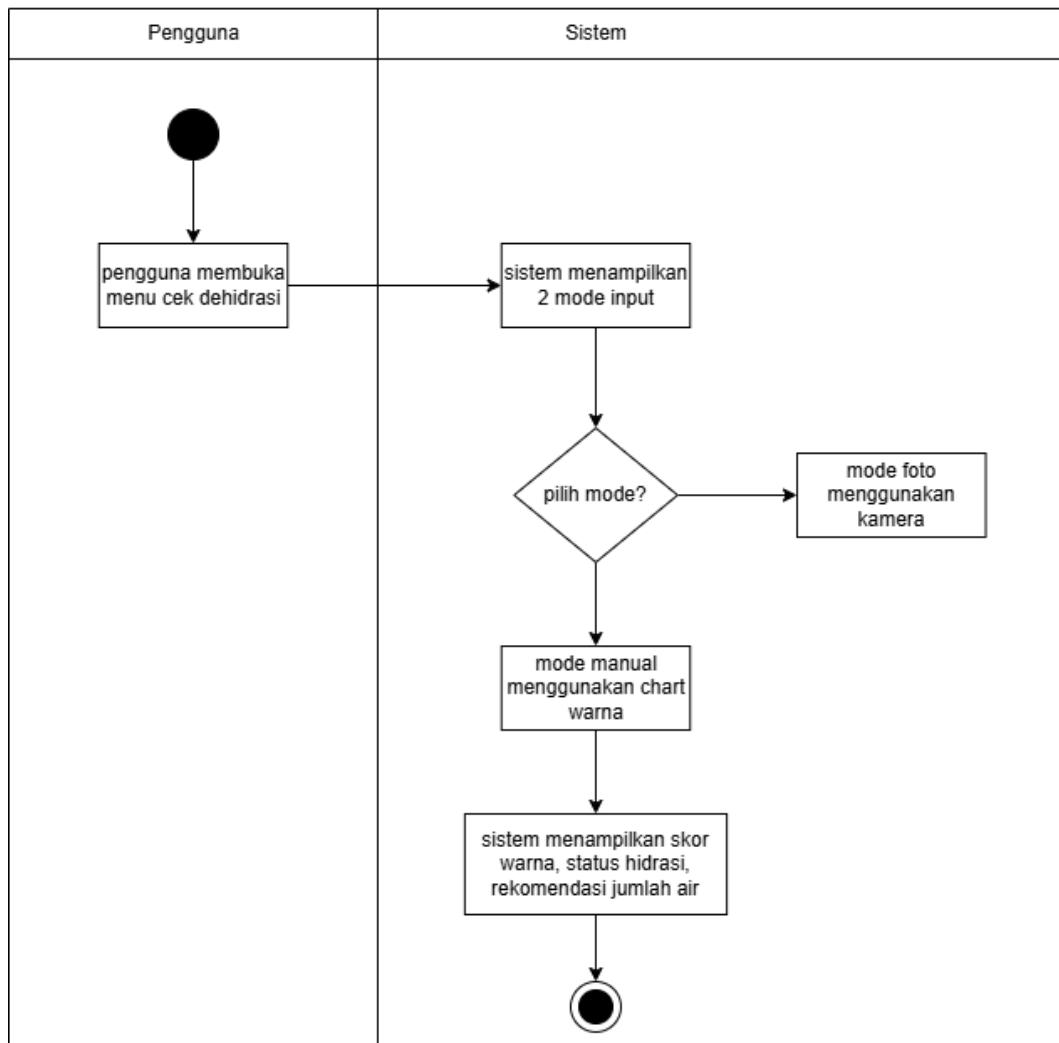


Gambar 3. 5 Activity Diagram registrasi dan login

Gambar berikut menjelaskan proses registrasi dan login aplikasi: pengguna memulai dengan memilih apakah akan registrasi atau login; jika memilih registrasi, maka diminta memasukkan nama pengguna dan kata sandi, kemudian mengisi data akun lengkap (profil), sistem melakukan validasi, jika valid maka akun disimpan

dan pengguna langsung diarahkan ke halaman login; jika memilih login maka pengguna memasukkan nama pengguna dan kata sandi, sistem melakukan validasi, jika valid maka pengguna langsung bisa mengakses dashboard utama aplikasi, tetapi jika data tidak valid (baik saat registrasi maupun login) maka muncul pesan error dan pengguna dikembalikan ke input data akun untuk mencoba lagi.

DIAGRAM 02

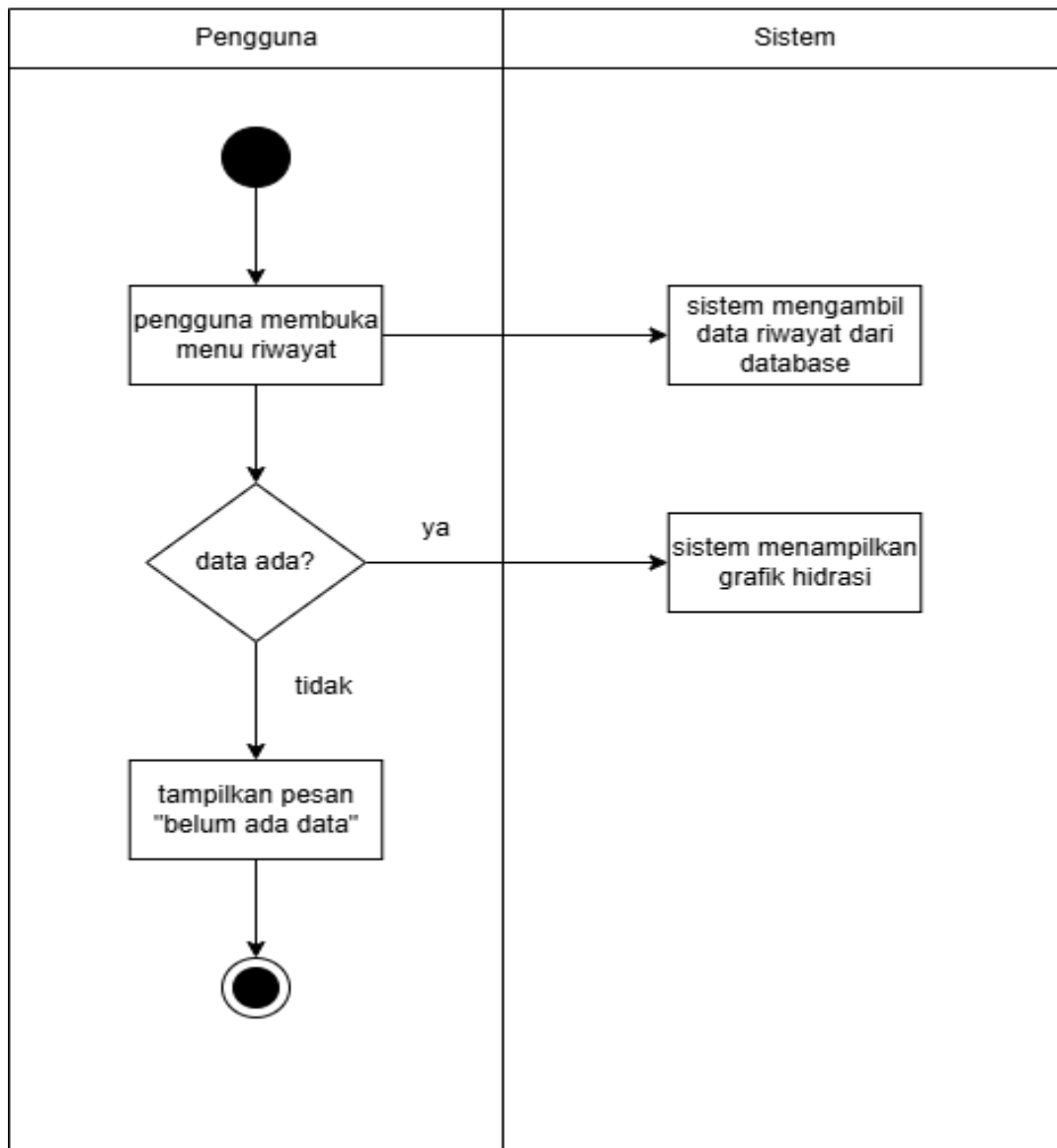


Gambar 3. 6 Activity Diagram cek dehidrasi

Gambar berikut menggambarkan alur saat pengguna membuka menu cek dehidrasi: sistem langsung menampilkan dua pilihan mode input, yaitu (1) mode foto menggunakan kamera (langsung memotret urin) atau (2) mode manual menggunakan chart warna

(pengguna membandingkan sendiri warna urin dengan chart standar); setelah pengguna memilih salah satu mode, sistem akan memproses input tersebut dan langsung menampilkan hasil berupa skor warna, status hidrasi saat ini, serta rekomendasi jumlah air yang harus diminum, sehingga pengguna mendapatkan informasi dan saran hidrasi secara instan.

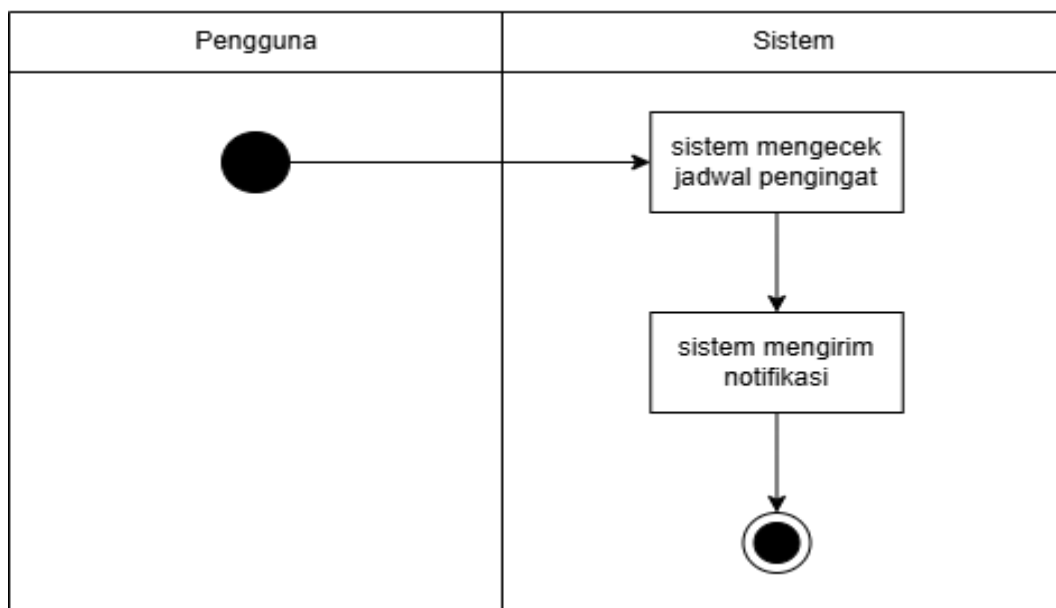
DIAGRAM 03



Gambar 3. 7 Activity Diagram riwayat dan grafik

Gambar berikut menggambarkan alur menu riwayat: ketika pengguna membuka menu riwayat, sistem langsung mengambil semua data riwayat hidrasi dari database, kemudian memeriksa apakah ada data tersimpan; jika ada data, sistem akan menampilkan grafik hidrasi lengkap beserta tren status hidrasi harian/mingguan, namun jika belum ada data sama sekali (misalnya pengguna baru atau sudah menghapus semua riwayat), maka sistem akan menampilkan pesan “belum ada data” sehingga pengguna tahu belum ada riwayat yang bisa ditampilkan.

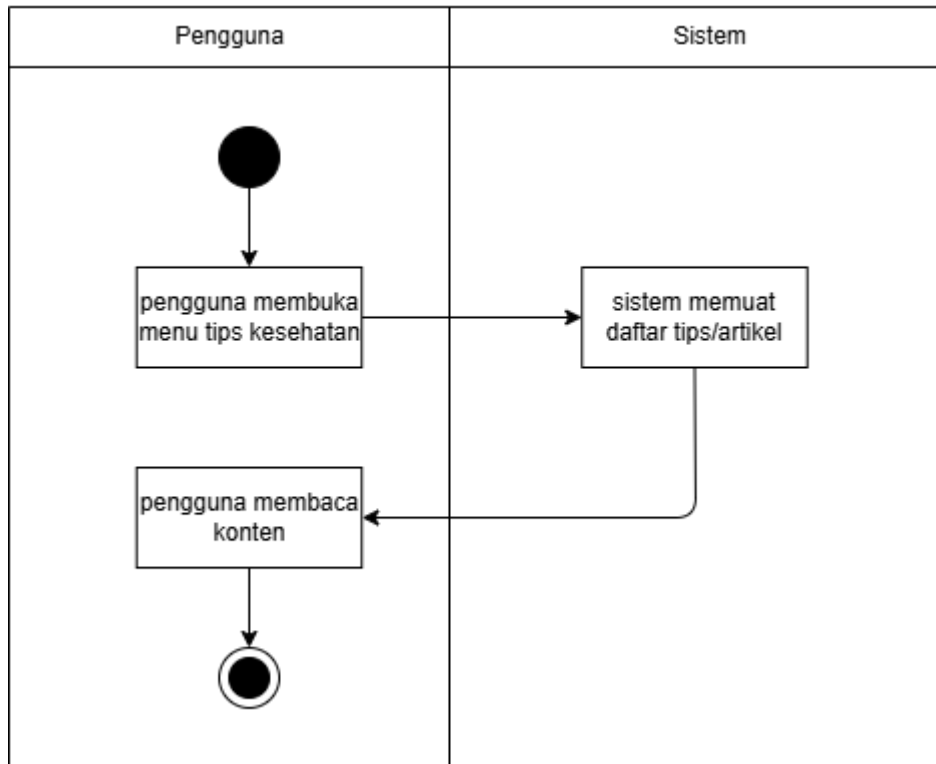
DIAGRAM 04



Gambar 3. 8 Activity Diagram notifikasi minum air

Gambar berikut menggambarkan proses kerja fitur notifikasi minum air: secara berkala (background), sistem otomatis mengecek jadwal pengingat yang sudah diatur berdasarkan profil pengguna, kebiasaan, dan hasil analisis hidrasi sebelumnya, lalu pada waktu yang ditentukan sistem langsung mengirimkan notifikasi ke ponsel pengguna berupa pengingat untuk minum air agar tetap terhidrasi dengan baik.

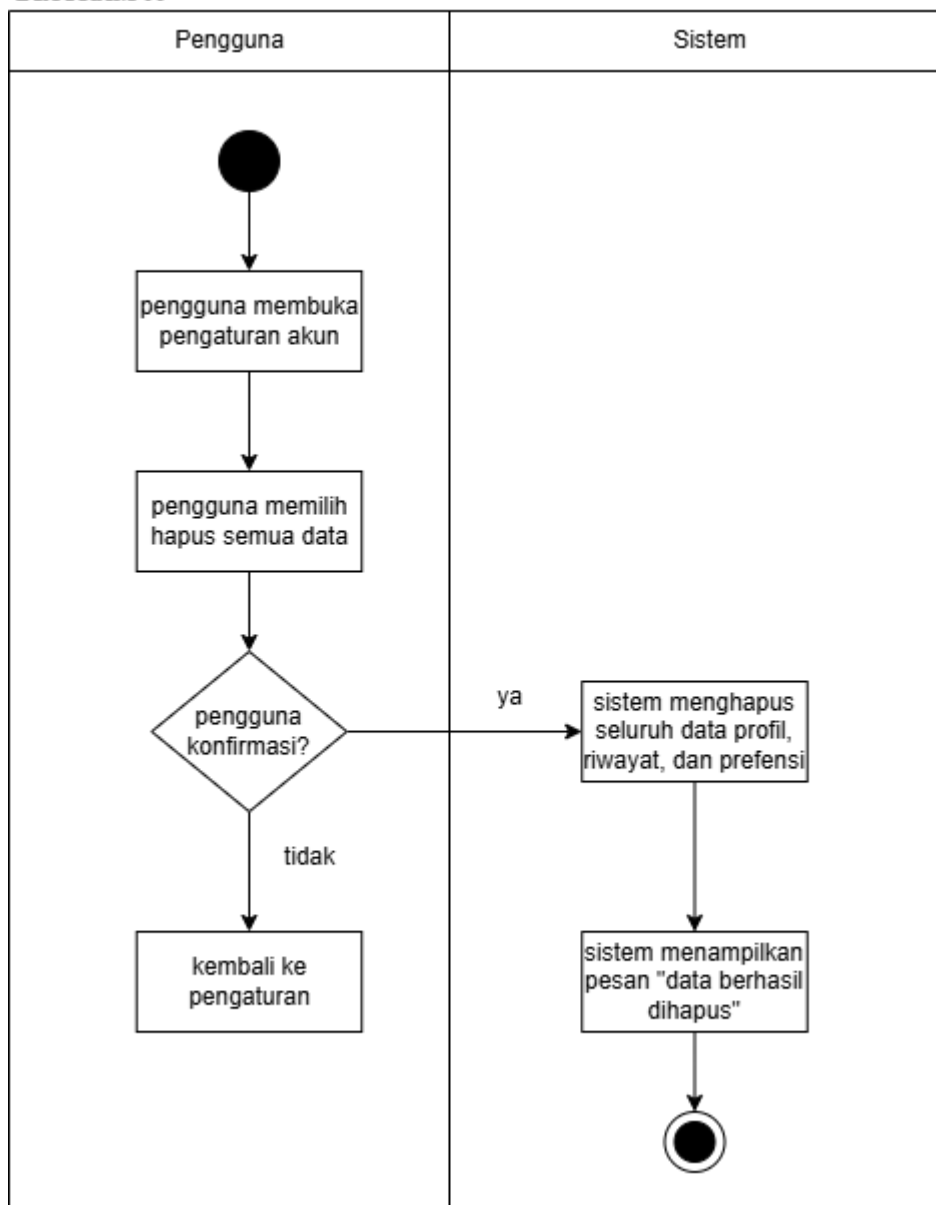
DIAGRAM 05



Gambar 3. 9 Activity Diagram tips kesehatan

Gambar berikut menggambarkan alur menu tips kesehatan: ketika pengguna membuka menu tips kesehatan, sistem langsung memuat daftar semua tips/artikel yang tersedia (dari database atau konten lokal), kemudian menampilkannya dalam bentuk list, dan pengguna bebas memilih serta membaca konten lengkap setiap tips/artikel tersebut tentang hidrasi, tanda dehidrasi, manfaat minum air, dan informasi kesehatan terkait lainnya.

DIAGRAM 06

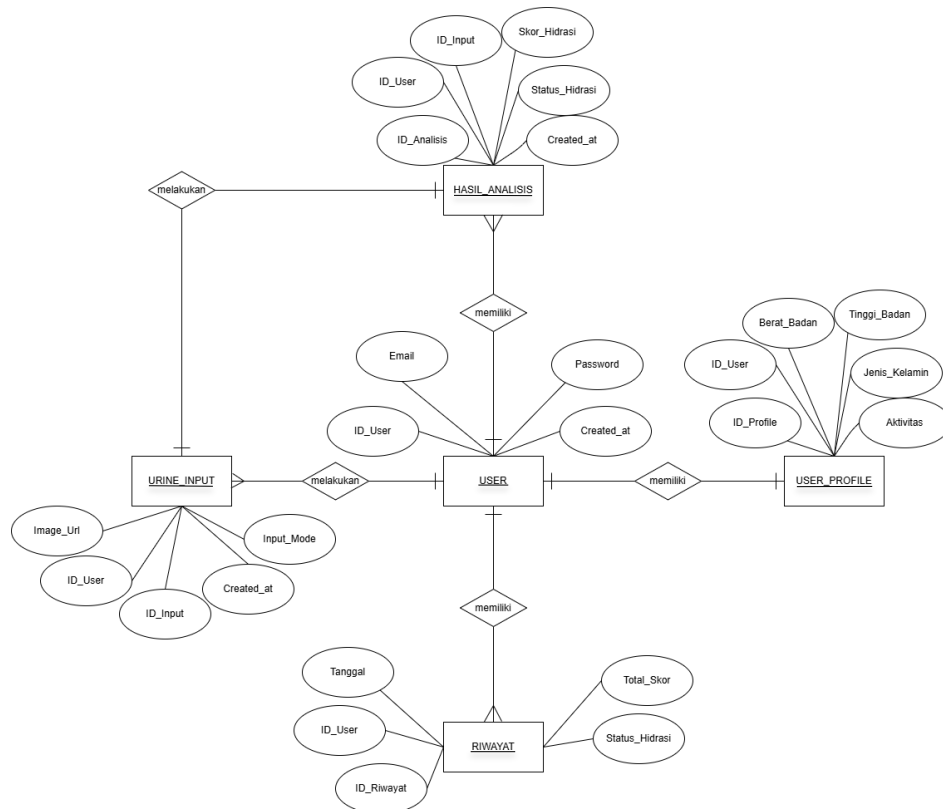


Gambar 3. 10 Activity Diagram hapus semua data pengguna

Gambar berikut menggambarkan proses penghapusan seluruh data: ketika pengguna membuka menu pengaturan akun dan memilih opsi “hapus semua data”, sistem akan memunculkan konfirmasi “Apakah Anda yakin?”, jika pengguna membatalkan maka langsung kembali ke menu pengaturan, tetapi jika pengguna mengonfirmasi, sistem akan langsung menghapus seluruh data profil, riwayat hidrasi, dan preferensi yang tersimpan, kemudian menampilkan pesan “data

berhasil dihapus” sehingga akun tetap ada tapi semua isi menjadi kosong seperti pengguna baru.

3.2.6 ER Diagram



Gambar 3. 11 *Entity Relational Diagram*

Gambar berikut menggambarkan entitas relasional diagram pada sistem ini, terdapat 5 entitas yaitu:

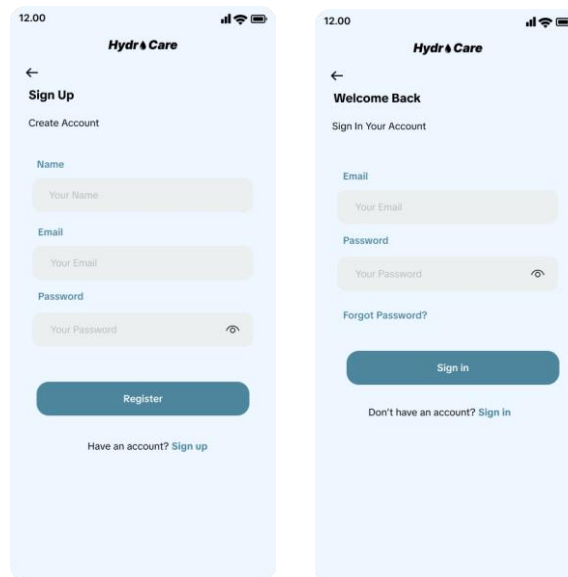
1. **USER**, menyimpan data akun dan profil: ID_User, Email, Password.
2. **USER_PROFILE**, profil pengguna: ID_Profile, ID_User, Berat_Badan, Tinggi_Badan, Jenis_Kelamin, Aktivitas.
3. **RIWAYAT_HIDRASI**, menyimpan ringkasan riwayat harian: Id_Riwayat, ID_User, Tanggal, Total_Skor, Status_Hidrasi.
4. **URINE_INPUT**, data foto/input urin yang diunggah: ID_Input, ID_at, Image_Url, Input_Mode, Created_at.

5. **HASIL_ANALISIS**, hasil analisis hidrasi dari input urin: ID_Analisis, ID_Input, ID_User, Skor_Hidrasi, Status_Hidrasi, Created_at.

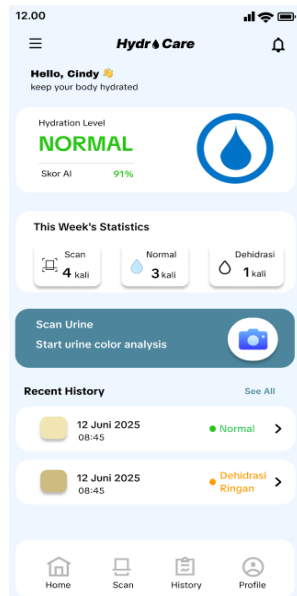
Relasi dari setiap entitas yaitu:

1. **USER** mendaftar dan melengkapi **USER_PROFILE** (data fisik seperti berat, tinggi, jenis kelamin, aktivitas).
2. **USER** mengunggah foto urin → tersimpan di **URINE_INPUT** dengan mode input tertentu.
3. Sistem menganalisis input tersebut → hasilnya masuk ke **HASIL_ANALISIS** berupa skor dan status hidrasi.
4. Secara berkala, hasil-hasil analisis direkap ke **RIWAYAT** untuk memantau tren hidrasi pengguna dari waktu ke waktu.

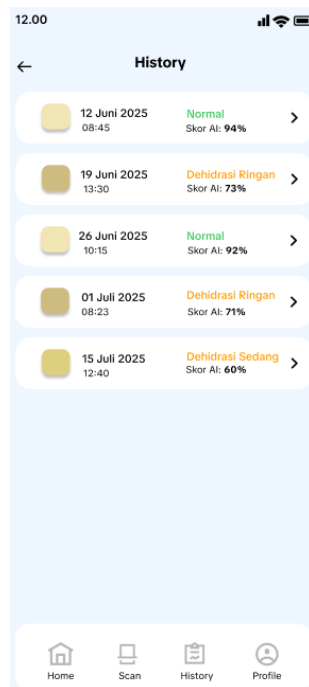
3.2.6 Perancangan Antarmuka (Wireframe)



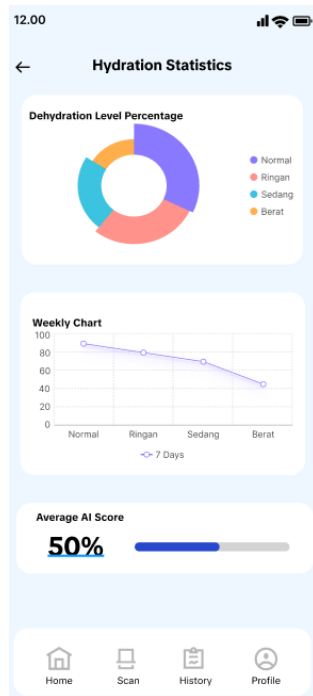
Gambar 3. 12 Antarmuka Login dan Register



Gambar 3. 13 Antarmuka Dashboard Pengguna



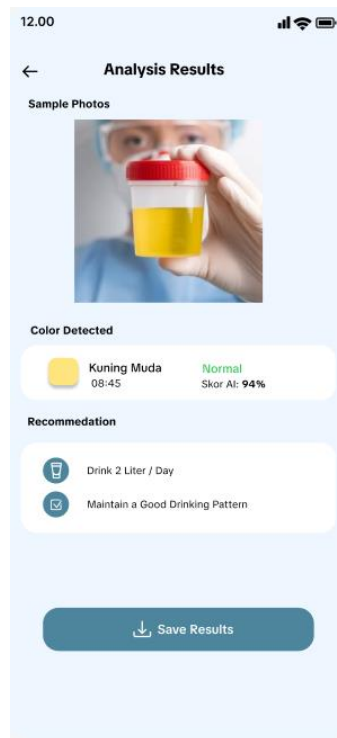
Gambar 3. 14 Antarmuka History Pengguna



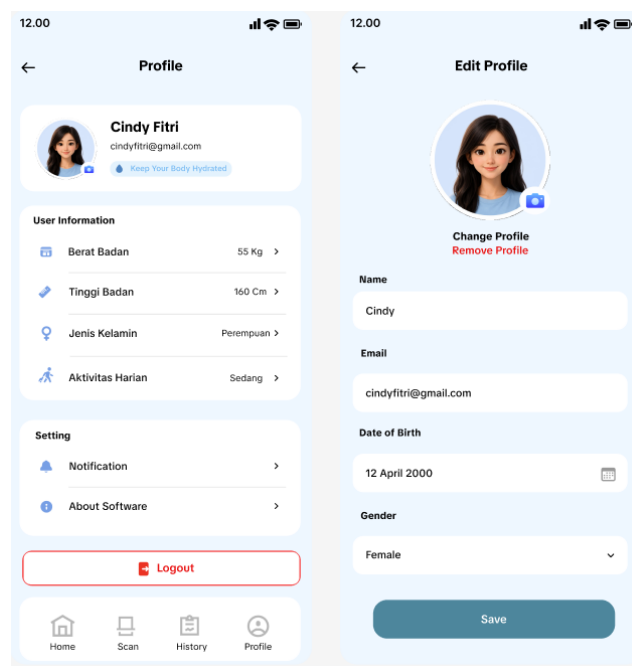
Gambar 3. 16 Antarmuka Statistik Hidrasi Pengguna



Gambar 3. 15 Antarmuka Kamera Scan



Gambar 3. 17 Antarmuka Hasil Analisis



Gambar 3. 18 Antarmuka Profil dan Edit Profil pengguna

BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1. Hasil Implementasi

Pada bab ini dijelaskan hasil implementasi dari sistem yang telah dibangun yaitu aplikasi mobile untuk deteksi dehidrasi berbasis analisis warna urine menggunakan machine learning. Implementasi sistem terdiri dari dua komponen utama, yaitu REST API berbasis Flask sebagai backend dan aplikasi mobile berbasis flutter sebagai frontend.

Sistem yang dibangun bertujuan untuk mengklasifikasikan tingkat dehidrasi pengguna berdasarkan citra warna urine yang diambil menggunakan kamera smartphone. Hasil klasifikasi diperoleh dari model Convolutional Neural Network (CNN) yang telah dilatih sebelumnya.

4.1.1 Implementasi REST API

REST API dikembangkan menggunakan framework flask untuk menangani komunikasi antara aplikasi mobile dan model machine learning. REST API berfungsi sebagai perantara dalam menerima input berupa gambar urine, melakukan proses prediksi menggunakan model CNN, dan mengembalikan hasil klasifikasi ke aplikasi mobile dalam bentuk JSON. Endpoint utama yang digunakan dalam sistem ini adalah /predict dengan metode POST. Spesifikasi Endpoint yaitu:

1. Endpoint: /predict
2. Method: POST
3. Input: File gambar urine (form-data)
4. Output: JSON hasil prediksi

Implementasi kode REST API

```
@app.route('/predict', methods=['POST'])
def predict():
    file = request.files['image']
    img = Image.open(file).convert('RGB')
    img = transform(img).unsqueeze(0)
    with torch.no_grad():
        output = model(img)
```

```

_, pred = torch.max(output, 1)
class_idx = pred.item()
labels = {
    0: "Normal",
    1: "Dehidrasi Ringan",
    2: "Dehidrasi Sedang",
    3: "Dehidrasi Berat"
}
return jsonify({
    "class_id": class_idx,
    "prediction": labels.get(class_idx, "Unknown")
})

```

Pada implementasi di atas, REST API menerima file gambar dari aplikasi mobile melalui request multipart/form-data. Gambar kemudian diproses menggunakan library PIL untuk diubah ke format RGB, kemudian dilakukan transformasi ukuran menjadi 224x224 piksel agar sesuai dengan input model CNN. Model kemudian melakukan proses inferensi untuk menghasilkan nilai probabilitas tiap kelas, dan kelas dengan nilai tertinggi dipilih sebagai hasil prediksi.

4.1.2 Implementasi Model Machine Learning

Model yang digunakan dalam sistem ini adalah Convolutional Neural Network (CNN) yang dirancang khusus untuk klasifikasi citra warna urine. CNN dipilih karena memiliki kemampuan yang baik dalam mengekstraksi fitur dari data gambar. Arsitektur model terdiri dari beberapa lapisan sebagai berikut:

1. Convolutional Layer
2. Activation Layer
3. Pooling Layer
4. Fully Connected Layer

Model menerima input gambar dengan ukuran 224x224 piksel dan menghasilkan output berupa 4 kelas tingkat dehidrasi. Model CNN yang digunakan memiliki struktur sebagai berikut:

1. Conv Block 1: $3 \rightarrow 8$ filter
2. Conv Block 2: $8 \rightarrow 16$ filter

3. Conv Block 3: 16 → 32 filter
4. Conv Block 4: 32 → 64 filter
5. Flatten Layer
6. Fully Connected Layer (256 neuron)
7. Output Layer (4 kelas)

Model disimpan dalam format .pth dan digunakan kembali pada REST API untuk proses inferensi.

4.1.3 Implementasi Aplikasi Mobile (Flutter)

Aplikasi mobile dikembangkan menggunakan flutter sebagai framework utama. Aplikasi ini memiliki antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan oleh pengguna. Fitur utama aplikasi:

1. Login dan registrasi pengguna
2. Input data profil pengguna
3. Pengambilan gambar urine menggunakan kamera
4. Pengiriman gambar ke REST API
5. Menampilkan hasil deteksi dehidrasi

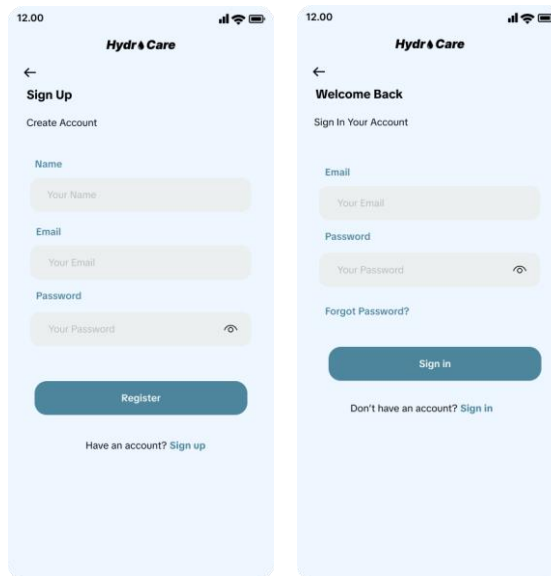
Integrasi flutter dengan REST API, aplikasi flutter menggunakan HTTP request untuk mengirimkan gambar ke REST API. Gambar dikirim dalam format multipart sehingga dapat diterima oleh server flask. Alur komunikasi sistem adalah sebagai berikut:

Flutter → REST API → Model CNN → REST API → Flutter

4.1.4 Implementasi Antarmuka Aplikasi

Antarmuka aplikasi dirancang agar mudah digunakan oleh pengguna. Setiap halaman memiliki fungsi masing-masing sesuai dengan kebutuhan sistem.

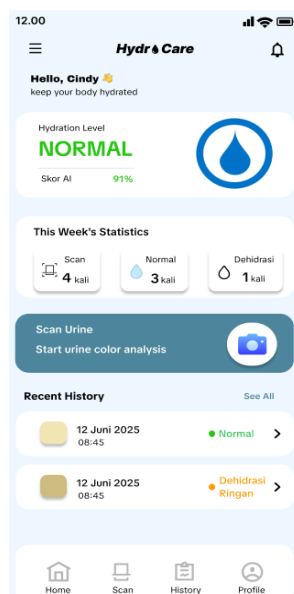
1. Halaman Login dan Register



Gambar 4. 1 Halaman Login dan Register

Halaman login dan register merupakan halaman awal yang digunakan pengguna untuk mengakses sistem, fungsi halaman login memverifikasi akun pengguna, mengarahkan pengguna ke halaman dashboard setelah berhasil login. Fungsi halaman register mendaftarkan pengguna baru, dan menyimpan data akun ke sistem. Halaman ini menggunakan form input sederhana yang terdiri dari email, dan password.

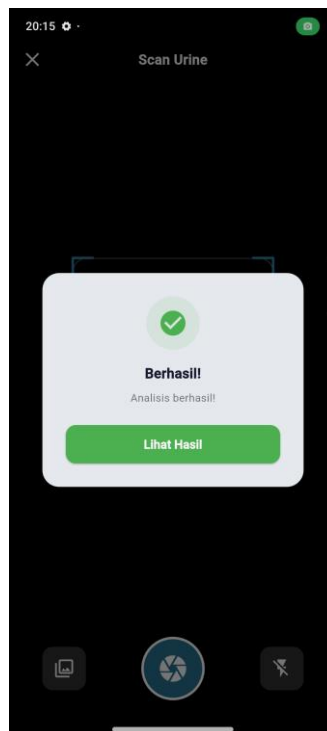
2. Halaman dashboard



Gambar 4. 2 Halaman dashboard

Halaman dashboard merupakan halaman utama setelah pengguna berhasil login. Halaman ini menampilkan menu utama aplikasi serta navigasi ke fitur-fitur yang tersedia. Fungsi halaman dashboard menampilkan ringkasan aplikasi, menyediakan akses ke fitur deteksi, dan navigasi ke halaman input data dan riwayat.

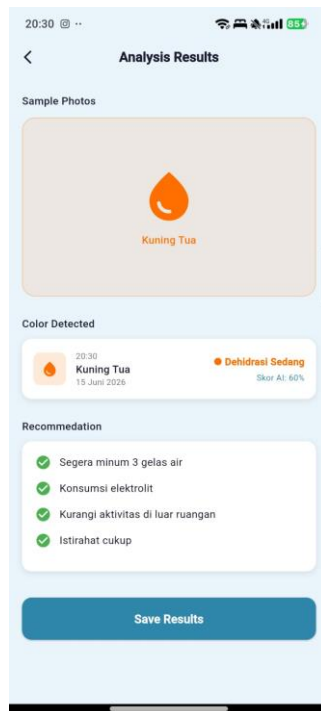
3. Halaman kamera scan



Gambar 4. 3 Halaman Kamera Scan

Halaman ini merupakan fitur utama dalam sistem. Pengguna dapat mengambil gambar urine menggunakan kamera smartphone atau memilih dari galeri. Fungsi halaman mengambil gambar urine, mengirim gambar ke REST API, dan menampilkan proses loading saat analisis berlangsung. Gambar yang diambil akan dikirim ke server untuk diproses menggunakan model machine learning.

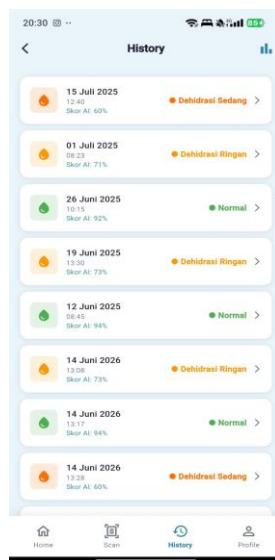
4. Halaman hasil deteksi



Gambar 4. 4 Halaman hasil deteksi

Halaman ini menampilkan hasil klasifikasi dari model machine learning berdasarkan gambar urine yang telah diunggah. Informasi yang ditampilkan meliputi: Kategori tingkat dehidrasi dan hasil prediksi model. Halaman ini juga dapat menampilkan rekomendasi konsumsi air berdasarkan hasil klasifikasi.

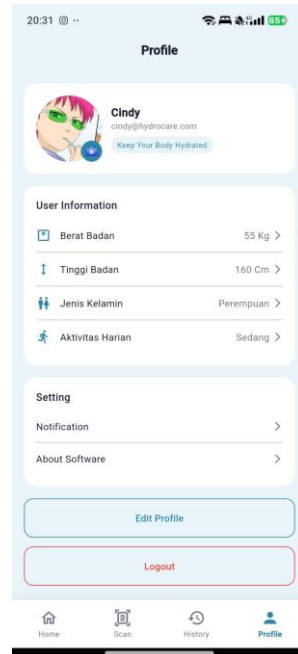
5. Halaman Riwayat Deteksi



Gambar 4. 5 Halaman Riwayat deteksi

Halaman ini digunakan untuk menyimpan hasil deteksi sebelumnya sehingga pengguna dapat melihat histori kondisi hidrasi mereka. Fungsi menampilkan riwayat hasil deteksi dan memudahkan tracking kondisi pengguna.

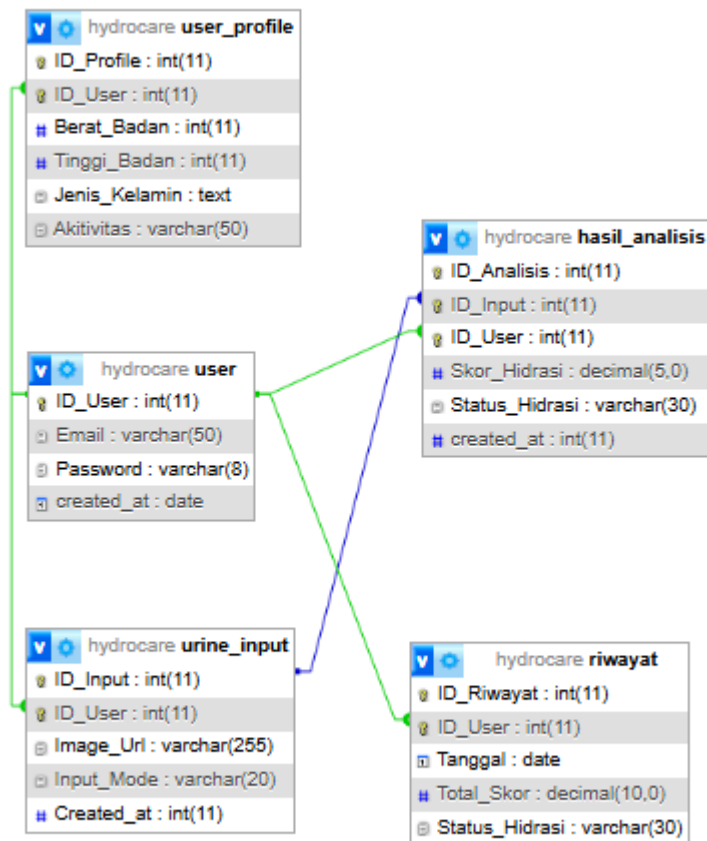
6. Halaman Profil Pengguna



Gambar 4. 6 Halaman profil pengguna

Halaman profil digunakan untuk menampilkan dan mengelola data pengguna. Fungsi menampilkan data pengguna, mengedit informasi profil, logout dari aplikasi.

4.1.5 Implementasi Database



Gambar 4. 7 Implementasi Database

Gambar di atas merupakan skema database sistem **Hydrocare** yang terdiri dari lima tabel yang saling berelasi. Tabel **user** berfungsi sebagai tabel utama yang menyimpan data autentikasi pengguna seperti email, password, dan tanggal pembuatan akun, kemudian terhubung ke tabel **user_profile** melalui kolom **ID_User** untuk menyimpan data fisik pengguna seperti berat badan, tinggi badan, jenis kelamin, dan aktivitas. Selain itu, tabel **user** juga berelasi dengan tabel **urine_input** yang mencatat setiap input foto urin beserta mode input dan waktu pengambilan, di mana data dari tabel tersebut selanjutnya diproses dan hasilnya disimpan pada tabel **hasil_analisis** yang memuat skor hidrasi

dan status hidrasi berdasarkan analisis yang dilakukan. Terakhir, tabel **riwayat** terhubung langsung ke tabel **user** untuk merekap total skor dan status hidrasi pengguna berdasarkan tanggal, sehingga memungkinkan pemantauan kondisi hidrasi pengguna secara berkala.

4.1.6 Evaluasi Model CNN

4.2. Pengujian *User Acceptance Testing* (UAT)

Tabel 14. UAT Testing

Test Case ID	Nama Fitur	Kondisi Awal	Skenario Pengujian	Ekspektasi Hasil	Status
TC-001	Registrasi Akun	User di halaman registrasi	User mengisi form registrasi dengan data valid, klik "Sign Up"	Akun berhasil dibuat, dapat login ke sistem	Lulus
TC-002	Login Akun	User di halaman login	User input email & password yang benar, klik "Sign in"	Berhasil login, masuk ke dashboard user	Lulus
TC-003	Input Data Profil	User sudah login di aplikasi	User mengisi data berat, tinggi badan, jenis kelamin, & tingkat aktivitas harian, klik "Simpan"	Data profil tersimpan	Lulus
TC-004	Cek Dehidrasi (Foto)	User sudah login & di menu cek dehidrasi	User memilih mode foto otomatis, ambil foto urine, konfirmasi	Foto terekam, proses analisis warna urine berjalan	Lulus

TC-005	Analisis Warna Urine	Data urine sudah diproses	Sistem menjalankan model machine learning untuk analisis warna urine	Hasil analisis warna urine ditampilkan ke user	Lulus
TC-006	Tampilkan Skor & Rekomendasi	User sudah cek dehidrasi	Sistem menampilkan skor hidrasi, status (normal/dehidrasi), & rekomendasi jumlah air minum harian	Skor 1-100%, status hidrasi, dan rekomendasi muncul pada halaman hasil	Lulus
TC-007	Riwayat Hidrasi	User sudah beberapa kali cek dehidrasi	User membuka menu riwayat hidrasi; sistem mengambil data hasil sebelumnya	Grafik/data riwayat hidrasi tampil sesuai histori cek user	Lulus

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian aplikasi deteksi dehidrasi berdasarkan warna urine menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN), dapat disimpulkan bahwa tujuan Proyek Akhir telah berhasil dicapai. Aplikasi berhasil dibangun menggunakan framework Flutter sehingga dapat digunakan sebagai media untuk melakukan deteksi tingkat dehidrasi berdasarkan citra warna urine melalui perangkat mobile. Implementasi model CNN pada aplikasi mampu mengklasifikasikan warna urine ke dalam empat kategori tingkat dehidrasi sesuai dengan dataset yang digunakan pada proses pelatihan model. Selain menampilkan hasil klasifikasi, aplikasi juga memberikan informasi mengenai tingkat dehidrasi serta rekomendasi kebutuhan hidrasi yang dapat membantu pengguna dalam memahami kondisi tubuhnya.

Selama proses pengembangan, ditemukan bahwa aplikasi dapat beroperasi dengan baik tanpa ketergantungan pada backend untuk proses deteksi, karena seluruh proses inferensi model dilakukan secara lokal pada perangkat. Namun, fitur penyimpanan riwayat pemeriksaan dan sinkronisasi data pengguna belum diimplementasikan sehingga dapat menjadi pengembangan lebih lanjut pada penelitian berikutnya. Secara keseluruhan, aplikasi deteksi dehidrasi berdasarkan warna urine yang dikembangkan telah memenuhi tujuan penelitian dan dapat digunakan sebagai media bantu untuk melakukan deteksi awal kondisi dehidrasi secara praktis melalui perangkat mobile.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian aplikasi deteksi dehidrasi berdasarkan warna urine, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan selanjutnya agar aplikasi memiliki fungsionalitas dan kualitas yang lebih baik, yaitu sebagai berikut.

1. Dataset yang digunakan pada proses pelatihan model CNN sebaiknya diperbanyak dengan variasi warna urine, kondisi pencahayaan, kualitas kamera, dan karakteristik pengguna yang lebih beragam. Penambahan jumlah dan variasi dataset diharapkan dapat meningkatkan akurasi serta kemampuan generalisasi model dalam melakukan klasifikasi.
2. Penelitian selanjutnya dapat membandingkan performa metode Convolutional Neural Network (CNN) dengan metode deep learning lainnya, seperti MobileNet, EfficientNet, atau ResNet, untuk memperoleh model dengan tingkat akurasi dan efisiensi yang lebih baik ketika dijalankan pada perangkat mobile.
3. Aplikasi dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur pemantauan kesehatan, seperti riwayat hasil deteksi, grafik perkembangan tingkat hidrasi, pengingat konsumsi air minum, serta rekomendasi kebutuhan cairan harian berdasarkan profil pengguna.
4. Penelitian ini masih memiliki keterbatasan pada proses klasifikasi yang hanya menggunakan empat kategori tingkat dehidrasi berdasarkan warna urine dan belum mempertimbangkan faktor kesehatan lain, seperti usia, kondisi medis, atau hasil pemeriksaan klinis. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengintegrasikan parameter-parameter tersebut sehingga hasil deteksi menjadi lebih akurat dan informatif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Shalahuddin, M., & Rosa, A. S. (2013). Rekayasa perangkat lunak terstruktur dan berorientasi objek. *Bandung: Informatika*.
- [2] Fadilah, S. C., Rianto, H., & Hartati, T. (2020). Implementasi Framework Code Iginter Menggunakan Metode Waterfall pada Sistem Informasi Penjualan PT. Supreme Jaya Abadi. *Journal Of Information System, Informatics and Computing*, 4(1), 134-140.
- [3] tasya Picara, D., Zefi, S., & Rose, M. M. (2024). Rancang Bangun Pendeteksi Dehidrasi Manusia Berdasarkan Warna Urine Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3S1).
- [4] Japeri, J., Syauqi, M. F., & Wahyudi, F. (2022). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Stres Dan Dehidrasi Berbasis Internet Of Things (Iot). *Technologia: Jurnal Ilmiah*, 13(1), 76-82.
- [5] Wibowo, H. K., & Prasetya, D. A. (2025). Rancang Bangun Alat Peningkat Dehidrasi Menggunakan Sistem Mikrokontroller (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- [6] Maulana, R., Caesardi, M. R., & Setiawan, E. (2021). Klasifikasi Tingkat Dehidrasi Berdasarkan Kondisi Urine, Denyut Jantung dan Laju Pernapasan. *J. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput. JTIK*, 8(2).
- [7] Kuantitatif, P. P. (2016). Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D. Alfabeta, Bandung.
- [8] Pressman, R. S. (2005). Software engineering: a practitioner's approach. Palgrave macmillan.
- [9] Myers, G. J. (2006). The art of software testing. John Wiley.
- [10] Antonio, D. (2025). MONITORING PENGINGAT TINGKAT DEHIDRASI TUBUH MELALUI WARNA URINE DENGAN METODE FUZZY MAMDANI DI URINOIR TOILET. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 13(3S1).

- [11] tasya Picara, D., Zefi, S., & Rose, M. M. (2024). Rancang Bangun Pendeteksi Dehidrasi Manusia Berdasarkan Warna Urine Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3S1).
- [12] Zulfachmi, Z., Syahputra, A. F., Prasetyo, B. I., & Shafira, A. E. (2023). Klasifikasi Tingkat Dehidrasi Berdasarkan Warna Urin Menggunakan Metode KNN. *Jurnal Bangkit Indonesia*, 12(1), 43-48.
- [13] Muna, N., Afriansyah, F. L., & Suprayogy, A. B. (2020). Penerapan Algoritma Random Forest Untuk Identifikasi Dehidrasi Berbasis Citra Urine. *Jurnal Informatika Polinema*, 6(3), 49-54.
- [14] Armstrong, L. E., Maresh, C. M., Castellani, J. W., Bergeron, M. F., Kenefick, R. W., LaGasse, K. E., & Riebe, D. (1994). Urinary indices of hydration status. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 4(3), 265-279.
- [15] Wardenaar, F. C., Thompsett, D., Vento, K. A., Pesek, K., & Bacalzo, D. (2021). Athletes' self-assessment of urine color using two color charts to determine urine concentration. *International journal of environmental research and public health*, 18(8), 4126.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Dokumen Proses Pengumpulan Requirement

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1XrwGvbIL5iXOuAIKwEPCJW9qiCR716S0642voIydPvw/edit?usp=drivesdk>

Lampiran B. Link Produk

<https://github.com/kuormie/hydrocare>

Lampiran C. Dokumen Pengujian UAT