

SISTEM MONITORING LIMBAH B3 RUMAH SAKIT BERBASIS *WEB* DAN *MOBILE*

Vina Nurhotijah¹, Irman Hariman²

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Kebangsaan Republik Indonesia, Bandung

Email : vinanurhotijah09@gmail.com¹, Irmanhariman@gmail.com²

ABSTRAK

Pengelolaan limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) di rumah sakit merupakan aspek krusial dalam menjamin keselamatan lingkungan serta kesehatan masyarakat. Limbah medis yang tidak ditangani dengan baik berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan, meningkatkan risiko penularan penyakit, serta menimbulkan dampak negatif bagi tenaga kesehatan maupun masyarakat sekitar. Namun, praktik pengelolaan limbah B3 di berbagai rumah sakit masih menghadapi kendala, antara lain pencatatan manual yang rawan kesalahan, keterbatasan sistem pemantauan, serta kurangnya transparansi dalam pelaporan kepada pihak terkait. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring limbah B3 berbasis *web* dan *mobile* di RSUD Majalaya guna meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keterlacakan dalam proses pengelolaan limbah. Metode pengembangan yang digunakan adalah Agile dengan *framework* Scrum, yang memungkinkan proses pembangunan aplikasi dilakukan secara iteratif dan adaptif sesuai kebutuhan pengguna. Aplikasi yang dikembangkan dilengkapi dengan berbagai fitur utama, seperti pencatatan data limbah secara digital, pemantauan status limbah melalui QR Code, sistem notifikasi otomatis saat terjadi penumpukan, pembuatan label limbah berdasarkan kategori, hingga pembuatan laporan yang terintegrasi dengan standar regulasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mempermudah proses pencatatan dan monitoring, meningkatkan ketepatan laporan, serta mendukung kepatuhan terhadap peraturan pemerintah mengenai pengelolaan limbah B3. Dengan adanya sistem ini, pengelolaan limbah B3 di rumah sakit dapat berjalan lebih terstruktur, transparan, akuntabel, dan berkelanjutan sehingga mampu memberikan kontribusi nyata terhadap perlindungan lingkungan dan keselamatan publik.

Kata kunci : Limbah B3, Rumah Sakit, Sistem Monitoring, *Web* dan *Mobile*, Agile, RSUD Majalaya.

ABSTRACT

The management of hazardous and toxic waste (B3) in hospitals is a crucial aspect to ensure environmental safety and public health. Improper handling of medical waste has the potential to cause environmental pollution, increase the risk of disease transmission, and create negative impacts on healthcare workers as well as the surrounding community. However, the current practices of B3 waste management in many hospitals still face several challenges, including error-prone manual recording, limited monitoring systems, and a lack of transparency in reporting to relevant stakeholders. This study aims to design and develop a web- and mobile-based monitoring system for B3 waste at Majalaya Regional General Hospital (RSUD Majalaya) to improve efficiency, accuracy, and traceability in waste management processes. The development method applied is Agile with the Scrum framework, enabling the application to be built iteratively and adaptively according to user needs. The developed application is equipped with several main features, including digital waste data recording, waste status monitoring via QR Code, automatic notification when waste accumulation occurs, waste labeling based on categories, and integrated reporting aligned with regulatory standards. The testing results indicate that the system facilitates the recording and monitoring processes, enhances the accuracy of reporting, and supports compliance with government regulations on B3 waste management. With this system, hospital waste management can be carried out in a more structured, transparent, accountable, and sustainable manner, thereby providing a tangible contribution to environmental protection and public safety.

Keywords: B3 Waste, Hospital, Monitoring System, *Web* and *Mobile*, Agile, RSUD Majalaya.

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) merupakan isu strategis dalam pembangunan berkelanjutan di Indonesia. Data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) mencatat rata-rata 73,4 juta ton limbah B3 dihasilkan setiap tahun, dengan 92,70% berasal dari sektor industri manufaktur dan energi. Namun, hanya 0,21% dari jumlah tersebut yang ditangani sesuai standar, sementara sisanya masih belum terkelola dengan baik [1]. Kondisi ini menimbulkan risiko serius bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat, sebagaimana juga ditegaskan oleh penelitian sebelumnya yang menyoroti lemahnya sistem pengawasan serta terbatasnya infrastruktur pengelolaan limbah [2], [3].

Dalam lingkup fasilitas kesehatan, rumah sakit menjadi salah satu penghasil utama limbah B3 dengan berbagai jenis, mulai dari jarum suntik, perban, bahan kimia laboratorium, hingga obat-obatan kadaluarsa. Karakteristik limbah medis yang dapat bersifat infeksius, korosif, reaktif, dan beracun menuntut adanya tata kelola yang lebih ketat. Regulasi telah disusun melalui Undang-Undang No. 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja, PP No. 22 Tahun 2021, hingga Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 14 Tahun 2013 tentang simbol dan label limbah B3 [4], [5], [6], [7]. Namun, implementasi di lapangan masih menghadapi kendala berupa keterbatasan sarana pencatatan dan pelaporan yang sesuai dengan kebutuhan operasional rumah sakit.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan potensi pemanfaatan teknologi informasi dalam mendukung pengelolaan limbah B3. Fadlilah dkk. (2021) merancang sistem informasi berbasis *web* untuk pemantauan limbah di PT. PJB UP Gresik, yang dapat memperbaiki pencatatan data serta mempercepat pelaporan [8]. Penelitian Dwi Rizky (2022) mengenai pengawasan limbah medis di Jawa Timur menunjukkan bahwa lemahnya sumber daya manusia dan minimnya sosialisasi masih menjadi hambatan utama [9]. Hasil-hasil tersebut menegaskan bahwa meskipun pendekatan berbasis regulasi dan sistem digital telah ada, penerapannya dalam konteks rumah sakit masih terbatas.

Kesenjangan riset dapat diidentifikasi dari masih minimnya penelitian yang berfokus pada pengembangan aplikasi digital khusus untuk rumah sakit. Studi yang ada lebih menekankan sektor industri atau aspek pengawasan regulatif, sementara rancangan sistem yang sesuai dengan alur kerja rumah sakit relatif jarang ditemukan. Selain itu, teknologi yang digunakan cenderung belum terintegrasi secara menyeluruh dalam mendukung pencatatan, pemantauan, dan pelaporan limbah secara sistematis.

Berdasarkan latar belakang dan kajian terdahulu, penelitian ini bertujuan merancang aplikasi berbasis *web* dan *mobile* untuk mendukung pengelolaan limbah B3 di rumah sakit. Aplikasi ini dirancang dengan metode Agile dan kerangka kerja Scrum, menyediakan fitur seperti pencatatan limbah, pemantauan status penyimpanan, pelabelan, hingga penyusunan laporan. Secara praktis, penelitian ini memberikan solusi yang dapat membantu rumah sakit dalam meningkatkan keteraturan sistem pengelolaan limbah. Secara akademik, artikel ini memperkaya literatur dengan menawarkan kerangka empiris tentang integrasi teknologi informasi dalam isu lingkungan dan kesehatan, sekaligus melengkapi kekosongan riset sebelumnya.

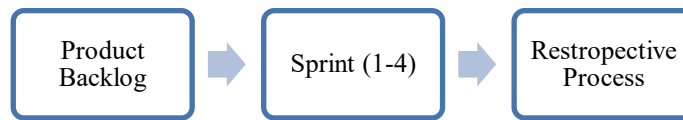
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai kebutuhan pengguna serta permasalahan dalam pengelolaan limbah B3 di rumah sakit. Proses pengembangan sistem dilakukan dengan metode Agile menggunakan *framework* Scrum, sehingga setiap tahapan dapat dilaksanakan secara iteratif melalui perencanaan, pengembangan, pengujian, dan evaluasi.

Penelitian dilaksanakan di RSUD Majalaya sebagai lokasi studi kasus, dengan responden sebanyak lima orang yang dipilih secara *purposive sampling*. Responden terdiri atas admin, petugas limbah, pengangkut, dan pihak penerima TPA agar sistem yang dikembangkan benar-benar sesuai dengan kebutuhan operasional.

Perangkat utama penelitian meliputi komputer, smartphone, dan printer untuk kebutuhan implementasi, serta perangkat lunak seperti *Visual Studio Code*, Laravel, Flutter, MySQL, dan XAMPP. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah PHP dan Dart, sementara Postman digunakan untuk menguji konsistensi API.

Pengumpulan data dilakukan melalui *studi literatur*, observasi, wawancara, dan uji coba aplikasi. Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif dengan mengacu pada kerangka kerja Scrum untuk menilai kinerja sistem dalam mendukung pengelolaan limbah B3. Kerangka penelitian pada studi ini disusun menggunakan *framework* Scrum, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Kerangka Penelitian Menggunakan *Framework* Scrum

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem monitoring limbah B3 berbasis *web* dan *mobile* yang dikembangkan berhasil diimplementasikan sesuai kebutuhan rumah sakit. Aplikasi ini mendukung proses pencatatan, pemantauan, dan pelaporan limbah secara lebih terstruktur dengan memanfaatkan fitur digital seperti QR Code, notifikasi otomatis, serta integrasi laporan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan baik dan diterima oleh pengguna dengan tingkat kepuasan tinggi. Implementasi sistem ditunjukkan melalui beberapa tampilan antarmuka utama sebagai berikut:

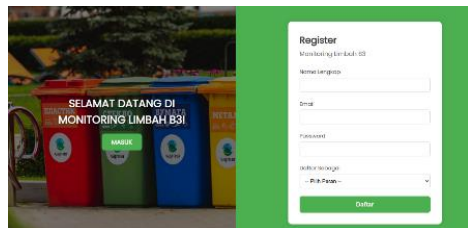
A. Hasil Implementasi

Sistem monitoring limbah B3 berbasis *web* dan *mobile* yang dikembangkan berhasil diimplementasikan sesuai kebutuhan rumah sakit. Aplikasi ini mendukung proses pencatatan, pemantauan, dan pelaporan limbah secara lebih terstruktur dengan memanfaatkan fitur digital seperti QR Code, notifikasi otomatis, serta integrasi laporan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan baik dan diterima oleh pengguna dengan tingkat kepuasan tinggi. Implementasi sistem ditunjukkan melalui beberapa tampilan antarmuka utama sebagai berikut:

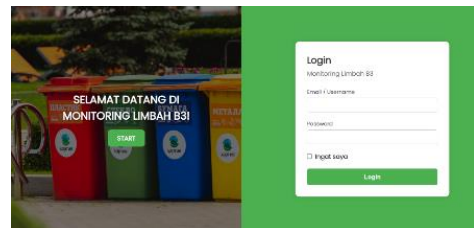
1. Antarmuka Aplikasi Berbasis *Web*

a. Tampilan Menu *Register* dan *Login*

Halaman registrasi digunakan sekali pada awal sistem untuk mendaftarkan admin utama, sedangkan *Login* menjadi pintu masuk utama dengan validasi *username* dan *password* agar hanya pengguna berwenang yang dapat mengakses sistem.



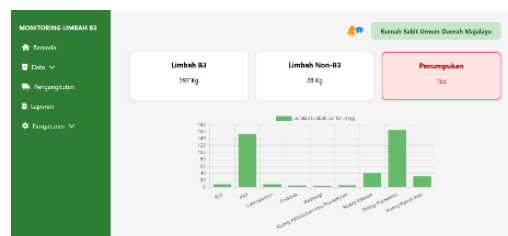
Gambar 2 Tampilan Halaman *Register*



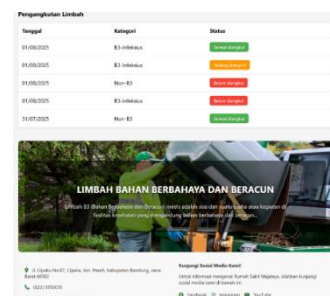
Gambar 3 Tampilan Halaman *Login*

b. Tampilan Menu Beranda

Beranda utama ditampilkan setelah pengguna *Login*, menyajikan ringkasan informasi penting seperti total limbah B3 dan non-B3, status pengangkutan, notifikasi terbaru, serta grafik jumlah limbah per unit.



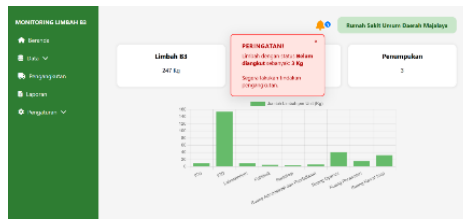
Gambar 4 Tampilan Halaman Beranda bagian Atas



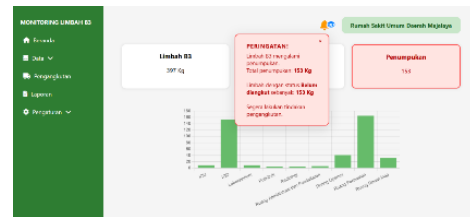
Gambar 5 Tampilan Halaman Beranda bagian Bawah

c. Tampilan Notifikasi

Fitur notifikasi berfungsi memberikan peringatan dan informasi penumpukan limbah agar pengguna segera mengetahui kondisi yang memerlukan perhatian dalam pengelolaan limbah.



Gambar 6 Tampilan Notifikasi Peringatan pada Aplikasi Berbasis Web



Gambar 7 Tampilan Notifikasi Penumpukan pada Aplikasi Berbasis Web

d. Tampilan Menu Data

Fitur data digunakan untuk mencatat, menampilkan, dan mengelola informasi limbah. Sistem menyediakan input data lengkap dengan barcode, daftar data dengan pencarian dan filter, serta opsi cetak label, edit, dan hapus yang disertai informasi status pengangkutan dan klasifikasi limbah.

Gambar 8 Tampilan Halaman Input Data

Gambar 9 Tampilan Halaman Tambah Referensi Limbah

ID	Nama	Unit	Kategori	Jumlah	Tanggal Pengiriman	Tanggal Pengangkutan	Aksi
27	Mikrofilm laksa	Buang	B3 - Infeksius	150	2025-09-24	2025-09-01	[Edit] [Hapus]
26	Bahan kimia organik	Racun	B3 - Infeksius	3	2025-09-24	2025-09-01	[Edit] [Hapus]
25	Obat-obatan	KCL	B3 - Infeksius	3	2025-09-24	2025-09-01	[Edit] [Hapus]

Gambar 10 Tampilan Halaman Data Limbah

Gambar 11 Tampilan Halaman Pratinjau Label untuk Limbah B3



Gambar 12 Tampilan Halaman Pratinjau Label untuk Limbah Non-B3

Gambar 13 Tampilan Halaman Edit Data

ID	Nama	Unit	Kategori	Jumlah	Tanggal Pengiriman	Tanggal Pengangkutan	Aksi
1	Botol kaca bekas minuman	ICU	B3-Infektus	4	2025-08-01	2025-08-01	[Edit] [Hapus]
2	Botol kaca bekas minuman	Laboratorium	B3-Infektus	1	2024-08-01	2024-08-01	[Edit] [Hapus]
3	Botol kaca bekas minuman	Ruang Perawatan	B3-Infektus	1	2024-08-01	2024-08-01	[Edit] [Hapus]

Gambar 14 Tampilan Menu Hapus Data

e. Tampilan Menu Pengangkutan

Fitur pengangkutan digunakan untuk mencatat dan memantau jadwal serta status pengangkutan limbah ke tempat pengolahan, dilengkapi dengan bukti serah terima yang dapat diunduh sebagai dokumen pendukung.

ID	Nama	Unit	Kategori	Tanggal dan Waktu Pengangkutan	Penyerah	Penerima	Bukti Serah Terima
29	Botol kaca bekas minuman	Ruang Administrasi dan Pendaftaran	Non-B3	2025-08-01 04:35:53	Arif	Arif	[Bukti Serah Terima]
28	Cairan laboratorium pasien infeksius	Laboratorium	B3-Infektus	2025-08-01 04:55:53	Arif	Arif	[Bukti Serah Terima]
26	Botol kaca bekas minuman	Radiologi	Non-B3	2025-08-01 04:20:57	Jon	Arif	[Bukti Serah Terima]
25	Serung tangan sekali pakai infeksius	ICU	B3-Infektus	2025-08-01 04:20:57	Jon	Arif	[Bukti Serah Terima]
27	Mikroskop bekas	Ruang Perawatan	B3-Infektus	2025-08-01 04:20:57	Jon	Arif	[Bukti Serah Terima]

Gambar 15 Tampilan Menu Pengangkutan

Gambar 16 Tampilan Bukti Serah Terima Limbah

f. Tampilan Menu Laporan

Fitur laporan menampilkan data pengelolaan limbah berdasarkan periode tertentu dan menyediakan opsi unduh dalam format PDF maupun Excel untuk keperluan dokumentasi serta pelaporan.

LAPORAN LIMBAH B3

Periode Awal: 1/1/2020 Periode Akhir: 31/12/2020

ID	Nama Limbah	Unit	Kategori	Jumlah	Tanggal Pengumpulan	Status	Tanggal Pengiriman	Parasitisi	Perawatan
26	Rend Basi Induk	Ruang	Non B3	4	2020-08-01	Selesai	2020-08-16	Ada	Ada
26	Caesir	Labokan	B3	1	2020-08-01	Selesai	2020-08-16	Ada	Ada
27	Mikroba	Ruang	B3	140	2020-08-01	Selesai	2020-08-16	Ada	-
28	Rend Basi Induk	Ruang	Non B3	3	2020-08-01	Selesai	2020-08-16	Ada	-
29	Caesir	Labokan	B3	1	2020-08-01	Selesai	2020-08-16	Ada	-
30	Caesir	Ruang	B3	2	2020-08-01	Selesai	2020-08-16	Ada	Ada
31	Caesir	Ruang	B3	150	2020-07-28	Selesai	2020-07-28	Ada	Ada
32	Caesir	Ruang	B3	1	2020-07-28	Selesai	2020-07-28	Ada	Ada
33	Caesir	Ruang	B3	1	2020-07-28	Selesai	2020-07-28	Ada	Ada
34	Caesir	Ruang	B3	1	2020-07-28	Selesai	2020-07-28	Ada	Ada
35	Caesir	Ruang	B3	1	2020-07-28	Selesai	2020-07-28	Ada	Ada

+ Printout Excel



Gambar 18 Tampilan Grafik Laporan

Gambar 17 Tampilan Menu Laporan

g. Tampilan Menu Pengaturan

Menu pengaturan meliputi informasi rumah sakit yang dapat diperbarui admin, manajemen akun untuk menambah, mengedit, atau menonaktifkan pengguna, serta fitur *logout* guna mengakhiri sesi secara aman.

Informasi Rumah Sakit

Informasi Rumah Sakit:
 Nama Rumah Sakit: RSUD TUGUR JAYA
 Alamat: Jl. C. Sukaraja No. 100, Tugur Jaya, Kecamatan Tugur Jaya, Kabupaten Tugur Jaya, Provinsi Sumatera Utara
 Email: info@rsudtugurjaya.co.id
 No. Telp: 061-7000000
 Website: www.rsudtugurjaya.co.id

Informasi Rumah Sakit:
 Nama Rumah Sakit: RSUD TUGUR JAYA
 Alamat: Jl. C. Sukaraja No. 100, Tugur Jaya, Kecamatan Tugur Jaya, Kabupaten Tugur Jaya, Provinsi Sumatera Utara
 Email: info@rsudtugurjaya.co.id
 No. Telp: 061-7000000
 Website: www.rsudtugurjaya.co.id

Informasi Rumah Sakit:
 Nama Rumah Sakit: RSUD TUGUR JAYA
 Alamat: Jl. C. Sukaraja No. 100, Tugur Jaya, Kecamatan Tugur Jaya, Kabupaten Tugur Jaya, Provinsi Sumatera Utara
 Email: info@rsudtugurjaya.co.id
 No. Telp: 061-7000000
 Website: www.rsudtugurjaya.co.id

Manajemen Akun

No	Nama	Email	Pass	Aksi
1	Admin	admin@rsudtugurjaya.co.id	Admin	Edit
2	Manajemen	manajemen@rsudtugurjaya.co.id	Manajemen	-
3	Manajemen	manajemen@rsudtugurjaya.co.id	Manajemen	-

Gambar 20 Tampilan Menu Manajemen Akun

Gambar 19 Tampilan Menu Informasi Rumah Sakit

2. Perancangan Antarmuka Aplikasi Mobile

a. Tampilan Login

Halaman ini digunakan untuk *Login* ke sistem dengan memasukkan *username* dan *password* terdaftar guna mengakses fitur utama aplikasi.

Monitoring Limbah B3

Login untuk petugas pengelola limbah

Username:

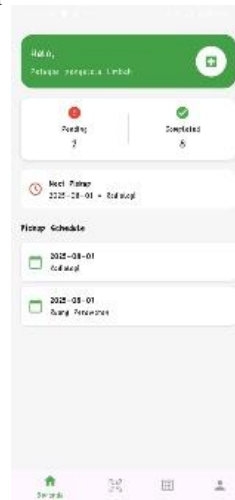
Password:

[Forgot password](#)

Gambar 21 Tampilan Menu Login

b. Tampilan Menu Beranda

Halaman ini menampilkan ringkasan total limbah beserta statusnya (proses, sudah diangkut, atau belum diangkut) serta notifikasi jika terdapat limbah yang melebihi batas waktu atau mengalami penumpukan.



Gambar 22 Tampilan Menu Beranda

c. Tampilan Menu Scan

Fitur ini digunakan untuk memindai QR Code pada label limbah guna menampilkan detail informasi dan memperbarui status, dengan opsi input manual sebagai alternatif jika pemindaian gagal.



Gambar 23 Tampilan menu Scan



Gambar 24 Tampilan Halaman Input Kode Manual



Gambar 25 Detail Hasil Pemindaian atau Input Kode Manual

d. Tampilan Menu Riwayat

Menu ini menampilkan riwayat pengangkutan limbah, termasuk data limbah, waktu pengangkutan, serta dokumen serah terima sebagai bukti, sehingga memudahkan pelacakan historis secara transparan.



Gambar 26 Tampilan Menu Riwayat



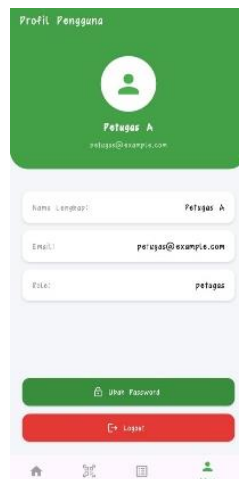
Gambar 27 Formulir Serah Terima Limbah



Gambar 28 Formulir Penerima Limbah

e. Akun

Halaman ini menampilkan informasi dasar pengguna yang sedang *Login* serta menyediakan tombol *Logout*, dengan potensi pengembangan fitur ubah kata sandi untuk meningkatkan keamanan akun.



Gambar 29 Tampilan Menu Akun

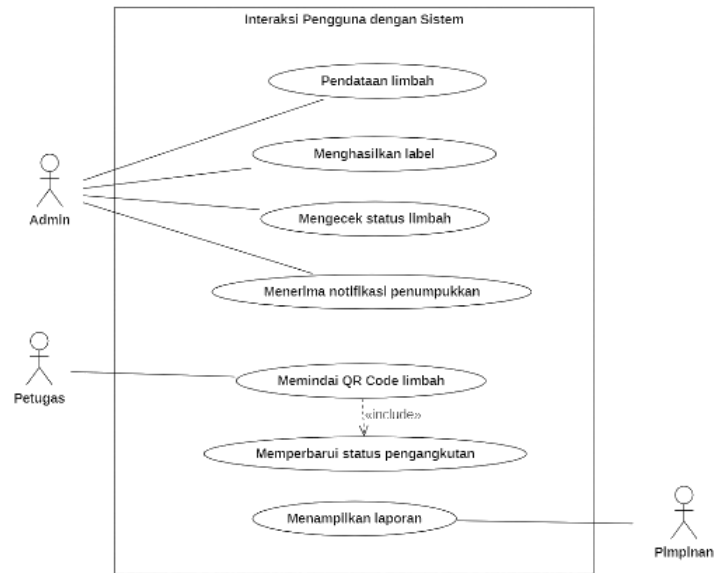


Gambar 30 Tampilan Edit Akun

B. Analisis Model Sistem

1. Use Case Diagram

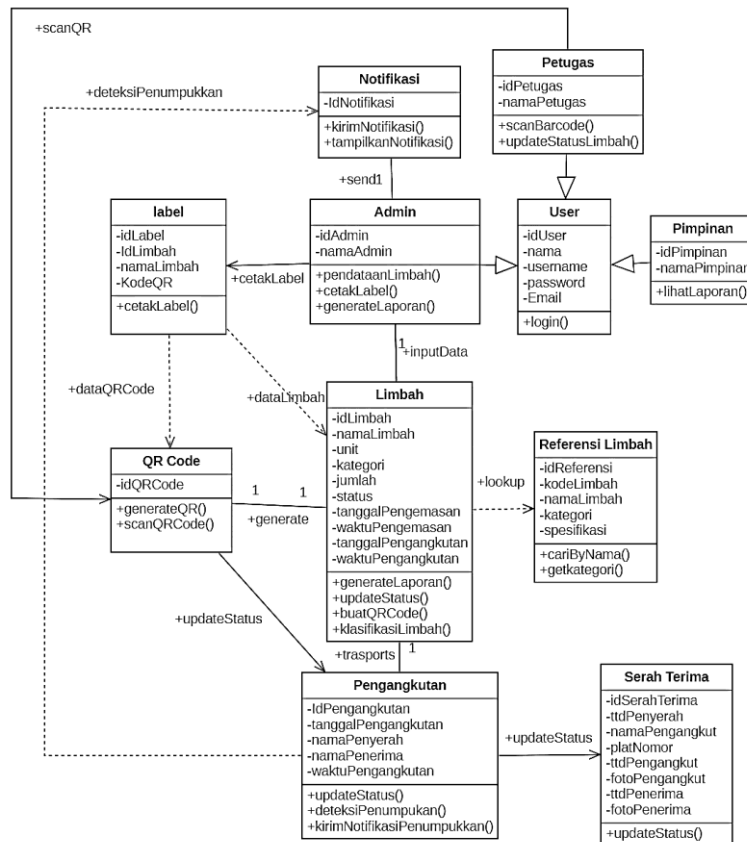
Use Case Diagram pada sistem monitoring limbah B3 ini menggambarkan interaksi antara pengguna dan sistem. Terdapat tiga aktor utama, yaitu admin, petugas, dan pimpinan. Admin berperan dalam pendataan limbah, pembuatan label, pemantauan status, serta penerimaan notifikasi penumpukan. Petugas berfungsi memindai QR Code dan memperbarui status pengangkutan, sedangkan pimpinan dapat mengakses laporan pengelolaan limbah. Diagram ini memperlihatkan kebutuhan utama sistem yang mendukung proses pencatatan, monitoring, dan pelaporan limbah B3 secara terintegrasi.



Gambar 31 Use Case Diagram

2. Class Diagram

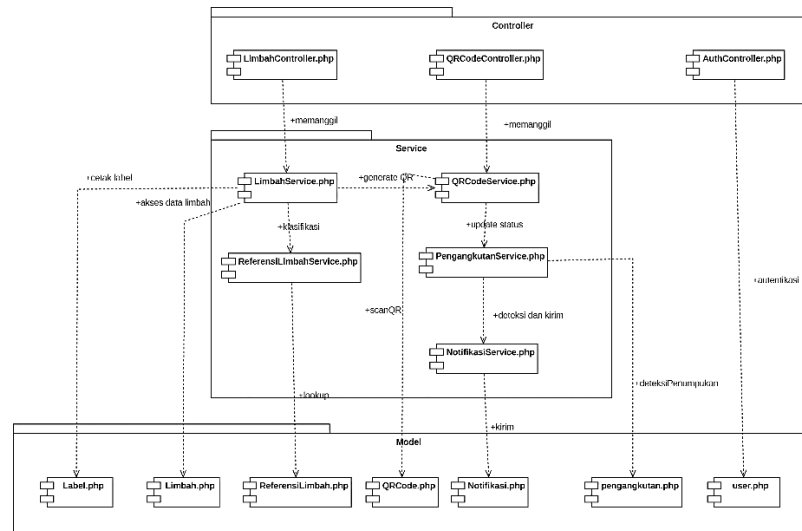
Class Diagram sistem monitoring limbah B3 memperlihatkan struktur utama aplikasi beserta relasi antar kelas. Kelas inti meliputi User, Admin, Petugas, Pimpinan, Limbah, Pengangkutan, Serah Terima, Notifikasi, QR Code, dan Referensi Limbah yang saling terhubung untuk mendukung fungsi pencatatan, pelabelan, pemindaian, distribusi, dan pelaporan limbah B3.



Gambar 32 Class Diagram

3. Component Diagram

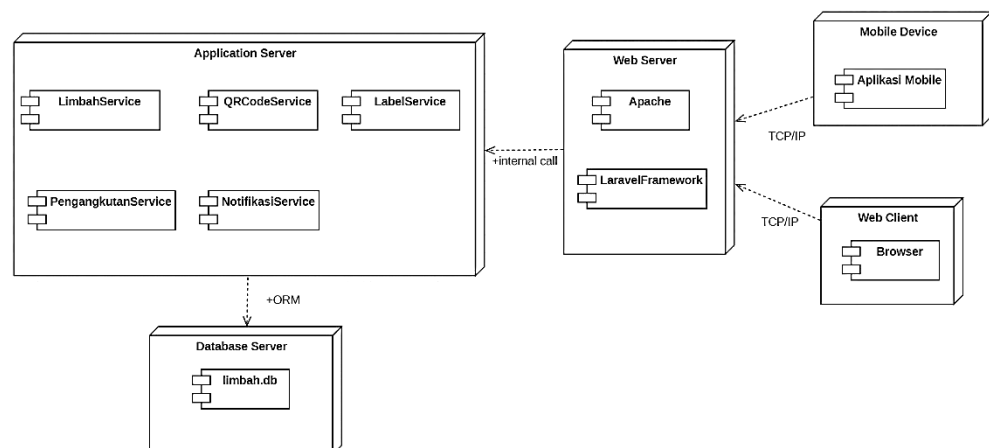
Component Diagram pada sistem monitoring limbah B3 menunjukkan komponen utama penyusun aplikasi, baik pada sisi *web* maupun *mobile*. Komponen tersebut mencakup antarmuka pengguna, layanan aplikasi, basis data, serta modul pendukung seperti autentikasi, pelabelan limbah, pemindaian QR Code, notifikasi, dan pelaporan. Diagram ini menegaskan bagaimana setiap komponen saling berinteraksi untuk menjalankan fungsi sistem.



Gambar 33 *Component* Diagram

4. Deployment Diagram

Deployment Diagram menggambarkan arsitektur fisik dari sistem yang diimplementasikan. Aplikasi berbasis *web* dan *mobile* terhubung dengan server pusat yang menjalankan layanan aplikasi dan basis data. Diagram ini menunjukkan hubungan antar node, yaitu perangkat pengguna (*client*), server aplikasi, serta penyimpanan data, yang bekerja secara terintegrasi dalam mendukung operasional pengelolaan limbah B3 di rumah sakit.



Gambar 34 *Deployment* Diagram

C. Hasil Pengujian

Sistem monitoring limbah B3 berbasis *web* dan *mobile* berhasil diimplementasikan untuk mendukung proses pencatatan, pemantauan, dan pelaporan di RSUD Majalaya. Implementasi meliputi antarmuka utama seperti menu registrasi dan *Login*, beranda sebagai dashboard informasi, input data limbah, manajemen data, jadwal pengangkutan, laporan, serta fitur pemindaian QR Code. Seluruh tampilan antarmuka diuji untuk memastikan fungsi berjalan sesuai peran pengguna, baik admin, petugas, maupun pihak pengangkut.

Pengujian dilakukan dengan metode *User Acceptance Testing* (UAT) dan wawancara kualitatif untuk mengevaluasi kesesuaian sistem dengan kebutuhan pengguna. Responden terdiri dari lima orang dengan peran berbeda, yaitu admin, petugas limbah, pengangkut, dan pihak penerima TPA. Hasil UAT menunjukkan bahwa seluruh fitur utama dapat dijalankan sesuai skenario penggunaan. Rangkuman hasil UAT ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil User Acceptance Testing (UAT)

Fitur Utama	Hasil UAT	Keterangan
<i>Login</i> dan Registrasi	Diterima	Autentikasi sesuai skenario penggunaan
Input Data Limbah	Diterima	Data tercatat lengkap sesuai kategori dan jumlah
Klasifikasi Otomatis	Diterima	Sistem mengklasifikasi B3/Non-B3 secara otomatis
Pembuatan Label Limbah	Diterima	Label tercetak sesuai kategori limbah
Pemindaian QR Code	Diterima	Informasi limbah tampil, status dapat diperbarui
Proses Serah Terima Limbah	Diterima	Validasi serah terima sesuai kebutuhan operasional
Notifikasi Penumpukan Limbah	Diterima	Sistem mengirimkan notifikasi saat ada penumpukan limbah
Pembuatan Laporan	Diterima	Laporan terbentuk sesuai format regulasi (PDF/Excel)

Tabel 1 menunjukkan tingkat penerimaan pengguna terhadap fitur utama sistem, di mana seluruh fungsi berhasil dijalankan sesuai skenario penggunaan.

Tabel 2 Persentase Penerimaan Sistem

Aspek yang Dinilai	Persentase Penerimaan
Desain dan Tampilan	100%
Kemudahan Pengguna	100%
Efisiensi Proses	100%
Kesesuaian Fitur	100%
Manfaat terhadap Pekerjaan	100%
Ketersediaan Fitur Tambahan	40%

Tabel 2 menunjukkan bahwa penerimaan sistem sangat tinggi pada hampir semua aspek, meskipun 40% responden menyarankan adanya penambahan fitur untuk mendukung operasional lebih lanjut.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menjawab hipotesis bahwa penerapan sistem monitoring limbah B3 berbasis *web* dan *mobile* dapat meningkatkan ketepatan pencatatan, keterlacakan, serta transparansi dalam pengelolaan limbah di rumah sakit. Sistem yang dibangun menggunakan *framework* Laravel dan Flutter menyediakan fitur pencatatan digital, klasifikasi otomatis, pemindaian QR Code, notifikasi penumpukan, dan pelaporan sesuai standar regulasi. Hasil pengujian UAT menunjukkan bahwa seluruh fitur utama dapat dijalankan sesuai skenario penggunaan, dengan tingkat penerimaan yang sangat baik dari responden pada aspek tampilan, kemudahan penggunaan, kesesuaian fungsi, dan manfaat terhadap pekerjaan. Dengan demikian, sistem ini terbukti mendukung pengelolaan limbah B3 yang lebih terstruktur, akurat, dan akuntabel, sekaligus memberikan kontribusi terhadap keselamatan lingkungan dan kesehatan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, “Dashboard Pengelolaan Limbah B3,” Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. Accessed: Mar. 25, 2025. [Online]. Available: <https://pslb3.menlhk.go.id/dashboard/pengelolaanLimbahB3>
- [2] A. Nursabrina, T. Joko, and O. Septiani, “KONDISI PENGELOLAAN LIMBAH B3 INDUSTRI DI INDONESIA DAN POTENSI DAMPAKNYA: *STUDI LITERATUR*,” *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, vol. 13, no. 1, pp. 80–90, Aug. 2021, doi: 10.34011/juriskesbdg.v13i1.1841.
- [3] S. Ratu Nurulnisa Arisaputri, S. Nur Kholifah, N. Haditya Halima, and C. Deva Yosivatama, “EFEKTIVITAS PEMBERLAKUAN UU CIPTA KERJA DALAM PENGELOLAAN LIMBAH B3.” [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/358976686>
- [4] alfikrilubis, “KEBIJAKAN PENGHAPUSAN SANKSI PIDANA TERHADAP TINDAK PIDANA LINGKUNGAN HIDUP DALAM UNDANG-UNDANG NOMOR 11 TAHUN 2020 TENTANG CIPTA KERJA,” vol. 3, Jun. 2021.
- [5] Nabila Aprilyani Puteri, “Evaluasi Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) di PT. X Jakarta Timur,” Laporan Praktik Kerja, Institut Teknologi Nasional Bandung, 2023.
- [6] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, “Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 6 Tahun 2021 tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun,” Jakarta, 2021.
- [7] Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, “Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2013 tentang Simbol dan Label Limbah B3,” Jakarta, Dec. 2013.
- [8] I. Fadlilah, D. Andesta, and S. S. Dahda, “JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri) Rancang Bangun Sistem Informasi Monitoring Limbah B3 (Studi Kasus: PT. PJB UP Gresik),” *Jurnal Sistem Dan Teknik Industri*, no. <https://journal.umg.ac.id/index.php/justi/issue/view/256>, Nov. 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.30587/justicb.v2i1.3179>.
- [9] Dwi Rizky Rahmadhani Khoirunnisa, “EFEKTIVITAS PENGAWASAN PENGOLAHAN LIMBAH MEDIS KATEGORI LIMBAH B3 (BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN) DI PROVINSI JAWA TIMUR SKRIPSI,” 2022.