



KERJA PRAKTIK - IF184801

**Perancangan dan Implementasi Sistem Informasi
Pengelolaan Pemusnahan Limbah B3 Berbasis Web**

PT. LAPI Laboratories

Jl. Kawasan Industri Modern Kav. 18, Industrial Estate, Cikande,
Nambo Ilir, Serang, Kabupaten Serang, Banten 42186

Periode: 1 Agustus 2025 - 1 November 2025

Oleh:

| | |
|----------------|------------|
| Decya Giovanni | 5025221027 |
| Jeremy James | 5025221139 |

Pembimbing Departemen

Aldinata Rizky Revanda, S.Kom., M.Kom.

Pembimbing Lapangan

Hendy Wijaya, S.Kom.

DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA

Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2025



KERJA PRAKTIK - IF184801

**Perancangan dan Implementasi Sistem Informasi
Pengelolaan Pemusnahan Limbah B3 Berbasis Web**

PT. LAPI Laboratories

Jl. Kawasan Industri Modern Kav. 18, Industrial Estate, Cikande,
Nambo Ilir, Serang, Kabupaten Serang, Banten 42186

Periode: 1 Agustus 2025 - 1 November 2025

Oleh:

Decya Giovanni 5025221027

Jeremy James 5025221139

Pembimbing Departemen

Aldinata Rizky Revanda, S.Kom., M.Kom.

Pembimbing Lapangan

Hendy Wijaya, S.Kom.

DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA

Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2025

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| DAFTAR TABEL | ix |
| LEMBAR PENGESAHAN | xi |
| KATA PENGANTAR | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Tujuan | 2 |
| 1.3. Manfaat | 2 |
| 1.4. Rumusan Masalah | 3 |
| 1.5. Lokasi dan Waktu Kerja Praktik | 3 |
| 1.6. Metodologi Kerja Praktik | 4 |
| 1.6.1. Perumusan Masalah | 4 |
| 1.6.2. Studi Literatur | 4 |
| 1.6.3. Analisis dan Perancangan Sistem | 4 |
| 1.6.4. Implementasi Sistem | 4 |
| 1.6.5. Pengujian dan Evaluasi | 5 |
| 1.6.6. Kesimpulan dan Saran | 5 |
| 1.7. Sistematika Laporan | 5 |
| 1.7.1. Bab I Pendahuluan | 5 |
| 1.7.2. Bab II Profil Perusahaan | 5 |
| 1.7.3. Bab III Tinjauan Pustaka | 5 |
| 1.7.4. Bab IV Analisis dan Perancangan Infrastruktur Sistem | 6 |

| | | |
|---|-------------------------------|----|
| 1.7.5. | Bab V Implementasi Sistem | 6 |
| 1.7.6. | Bab VI Pengujian dan Evaluasi | 6 |
| 1.7.7. | Bab VII Kesimpulan dan Saran | 6 |
| BAB II PROFIL PERUSAHAAN | | 7 |
| 2.1. | Sejarah PT. LAPI Laboratories | 7 |
| 2.2. | Visi dan Misi | 8 |
| 2.3. | Tugas Pokok dan Fungsi | 8 |
| 2.4. | Lokasi | 9 |
| BAB III TINJAUAN PUSTAKA | | 11 |
| 3.1. | Sistem Informasi | 11 |
| 3.2. | Limbah B3 | 11 |
| 3.3. | Audit Trail | 12 |
| 3.4. | JavaScript | 13 |
| 3.5. | Node.js | 13 |
| 3.6. | Express.js | 14 |
| 3.7. | Sequelize ORM | 14 |
| 3.8. | React JS | 15 |
| 3.9. | PostgreSQL | 15 |
| 3.10. | REST API | 16 |
| BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN INFRASTRUKTUR SISTEM | | 17 |
| 4.1. | Analisis Sistem | 17 |
| 4.1.1. | Definisi Umum Aplikasi | 17 |
| 4.1.2. | Analisis Kebutuhan | 18 |

| | | |
|----------------------------------|--|----|
| 4.1.3. | Use Case Diagram | 21 |
| 4.2. | Perancangan Infrastruktur Sistem | 22 |
| 4.2.1. | Desain Arsitektur | 22 |
| 4.2.2. | Desain Data | 24 |
| 4.2.3. | Desain Antarmuka | 26 |
| BAB V IMPLEMENTASI SISTEM | | 33 |
| 5.1. | Implementasi Backend | 33 |
| 5.1.1. | Struktur Kerangka Kode Sumber | 33 |
| 5.1.2. | API Implementation | 34 |
| 5.1.3. | Konfigurasi Koneksi Basis Data | 41 |
| 5.1.4. | Implementasi Middleware Autentikasi | 42 |
| 5.1.5. | Implementasi Model Basis Data | 43 |
| 5.1.6. | Implementasi Hooks dan Logika Model | 45 |
| 5.1.7. | Implementasi Logika Permohonan dan Persetujuan | 46 |
| 5.1.8. | Implementasi Logika Berita Acara dan Penandatanganan | 47 |
| 5.1.9. | Implementasi Manajemen Alur Kerja Dinamis | 48 |
| 5.1.10. | Implementasi Pembuatan Dokumen dan Routing | 49 |
| 5.1.11. | Implementasi Utilitas dan Helper | 50 |
| 5.1.12. | Implementasi Entry Point Server | 51 |
| 5.2. | Implementasi Frontend | 52 |
| 5.2.1. | Struktur Kerangka Kode Sumber | 52 |
| 5.2.2. | Implementasi Layer Layanan dan Konfigurasi | 53 |
| 5.2.3. | Implementasi Komponen Tabel dan Formulir | 54 |

| | | |
|--------------------------------------|--|----|
| 5.2.4. | Implementasi Visualisasi Alur Kerja (Workflow) | 55 |
| 5.2.5. | Implementasi Fitur Cetak dan Dokumen | 56 |
| 5.2.6. | Implementasi Halaman Utama dan Navigasi | 57 |
| 5.2.7. | Implementasi Antarmuka Pengguna | 57 |
| BAB VI PENGUJIAN DAN EVALUASI | | 69 |
| 6.1. | Tujuan Pengujian | 69 |
| 6.2. | Kriteria Pengujian | 69 |
| 6.3. | Skenario Pengujian | 70 |
| 6.4. | Evaluasi Pengujian | 71 |
| BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN | | 77 |
| 7.1. | Kesimpulan | 77 |
| 7.2. | Saran | 78 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 79 |
| BIODATA PENULIS I | | 81 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 4.1 Use Case Diagram..... | 22 |
| Gambar 4.2 Ilustrasi Arsitektur Sistem..... | 24 |
| Gambar 4.3 Conceptual Data Model..... | 25 |
| Gambar 4.4 Physical Data Model..... | 26 |
| Gambar 4.5 Desain Halaman Login..... | 27 |
| Gambar 4.6 Desain Halaman Daftar Ajuan Pemusnahan..... | 28 |
| Gambar 4.7 Desain Halaman Form Ajuan Pemusnahan..... | 28 |
| Gambar 4.8 Desain Halaman Detail Ajuan Pemusnahan..... | 29 |
| Gambar 4.9 Desain Halaman Daftar Berita Acara Pemusnahan..... | 30 |
| Gambar 4.10 Desain Halaman Form Berita Acara Pemusnahan..... | 30 |
| Gambar 4.11 Desain Halaman Detail Berita Acara Pemusnahan..... | 31 |
| Gambar 5.1 Struktur Kerangka Kode Sumber Backend..... | 34 |
| Gambar 5.2 Struktur Kerangka Kode Sumber Frontend..... | 53 |
| Gambar 5.3 Tampilan Halaman Login..... | 58 |
| Gambar 5.4 Tampilan Halaman Dashboard Pelaksana Pemohon (Tanpa Delegasi)..... | 59 |
| Gambar 5.5 Tampilan Halaman Dashboard Manager Pemohon (Delegasi)..... | 59 |
| Gambar 5.6 Tampilan Halaman Daftar Ajuan Pemusnahan Pelaksana Pemohon (Tanpa Delegasi)..... | 60 |
| Gambar 5.7 Tampilan Halaman Daftar Ajuan Pemusnahan Manager Pemohon (Delegasi)..... | 60 |
| Gambar 5.8 Tampilan Halaman Form Ajuan Pemusnahan..... | 61 |
| Gambar 5.9 Tampilan Halaman Detail Ajuan Pemusnahan dengan Status Completed..... | 61 |
| Gambar 5.10 Tampilan Halaman Detail Ajuan Pemusnahan dengan Status Rejected..... | 62 |
| Gambar 5.11 Tampilan Halaman Detail Ajuan Pemusnahan dengan Tombol Aksi..... | 62 |
| Gambar 5.12 Tampilan Awal Modal Verifikasi Lapangan..... | 63 |

| | |
|--|----|
| Gambar 5.13 Tampilan Autentikasi Modal Verifikasi Lapangan..... | 63 |
| Gambar 5.14 Tampilan Checklist dan Status Verifikasi pada Modal Verifikasi Lapangan..... | 64 |
| Gambar 5.15 Tampilan Modal Download Label..... | 64 |
| Gambar 5.16 Tampilan Halaman Daftar Berita Acara Pemusnahan..... | 65 |
| Gambar 5.17 Tampilan Halaman Form Berita Acara Pemusnahan..... | 65 |
| Gambar 5.18 Tampilan Halaman Detail Berita Acara Pemusnahan dengan Status Completed..... | 66 |
| Gambar 5.19 Print Out Form Permohonan..... | 67 |
| Gambar 5.20 Print Out Berita Acara Pemusnahan..... | 68 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 4.1 Daftar Kebutuhan Fungsional..... | 18 |
| Tabel 4.2 Daftar Kebutuhan Non-Fungsional..... | 20 |
| Tabel 5.1 Spesifikasi Endpoint API..... | 34 |
| Tabel 6.1 Hasil Evaluasi Pengujian Kebutuhan Fungsional..... | 71 |
| Tabel 6.2 Hasil Evaluasi Pengujian Kebutuhan Non-Fungsional..... | 75 |

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

**LEMBAR PENGESAHAN
KERJA PRAKTIK**

**Perancangan dan Implementasi Sistem Informasi
Pengelolaan Pemusnahan Limbah B3 Berbasis Web**

Oleh:

Decya Giovanni
Jeremy James

5025221027
5025221139

Disetujui oleh Pembimbing Kerja Praktik:

1. Aldinata Rizky Revanda,
S.Kom., M.Kom.
NIP. 199806262024061002



(Pembimbing Departemen)

2. Hendy Wijaya, S.Kom.



(Pembimbing Lapangan)

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

Perancangan dan Implementasi Sistem Informasi Pengelolaan Pemusnahan Limbah B3 Berbasis Web

| | | |
|-----------------------|---|--|
| Nama Mahasiswa | : | Decya Giovanni |
| NRP | : | 5025221027 |
| Nama Mahasiswa | : | Jeremy James |
| NRP | : | 5025221027 |
| Departemen | : | Teknik Informatika FTEIC-ITS |
| Pembimbing Departemen | : | Aldinata Rizky Revanda, S.Kom., M.Kom. |
| Pembimbing Lapangan | : | Hendy Wijaya, S.Kom. |

ABSTRAK

PT. LAPI Laboratories merupakan perusahaan yang menjalankan proses pengelolaan dan pemusnahan limbah B3 sesuai ketentuan regulasi lingkungan. Selama kegiatan kerja praktik, sistem yang dikembangkan adalah Sistem Informasi Pengelolaan Pemusnahan Limbah B3 yang bertujuan untuk mendigitalisasi proses pengajuan, verifikasi lapangan, persetujuan berjenjang, hingga pembuatan Berita Acara Pemusnahan.

Aplikasi dibangun menggunakan Node.js pada sisi backend dan React JS pada sisi frontend, serta dilengkapi fitur audit trail, pengunduhan label limbah, dan pencetakan dokumen resmi. Arsitektur sistem dirancang dengan pemisahan komponen berdasarkan layanan dan penerapan autentikasi berbasis token. Implementasi ini membantu perusahaan mempercepat proses administrasi pemusnahan, meminimalkan kesalahan manual, dan meningkatkan akurasi pendataan limbah.

Kata Kunci : Limbah B3, Sistem Informasi, Node.js, React JS, Audit Trail

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas penyertaan dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan salah satu kewajiban penulis sebagai mahasiswa Departemen Teknik Informatika ITS yaitu Kerja Praktik yang berjudul: Perancangan dan Implementasi Sistem Informasi Pengelolaan Pemusnahan Limbah B3 Berbasis Web.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan baik dalam melaksanakan kerja praktik maupun penyusunan buku laporan kerja praktik ini. Namun penulis berharap buku laporan ini dapat menambah wawasan pembaca dan dapat menjadi sumber referensi.

Melalui buku laporan ini penulis juga ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada orang-orang yang telah membantu menyusun laporan kerja praktik baik secara langsung maupun tidak langsung antara lain:

1. Kedua orang tua penulis.
2. Bapak Aldinata Rizky Revanda, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing kerja praktik.
3. Bapak Hendy Wijaya, S.Kom. selaku pembimbing lapangan selama kerja praktik berlangsung.
4. Teman-teman penulis yang senantiasa memberikan semangat ketika penulis melaksanakan KP.

Surabaya, 18 November 2025
Decya Giovanni dan Jeremy James

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) merupakan jenis limbah yang memiliki sifat berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan sehingga pengelolaannya harus dilakukan secara ketat, terstruktur, dan dapat dipertanggungjawabkan. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, limbah B3 wajib ditangani melalui proses identifikasi, penyimpanan, pengangkutan, dan pemusnahan yang sesuai standar untuk mencegah risiko pencemaran. Permen LHK Nomor 6 Tahun 2021 juga menegaskan bahwa setiap kegiatan pemusnahan limbah B3 perlu didukung oleh pencatatan dan dokumentasi yang akurat, termasuk penerapan sistem tracking dan verifikasi yang terdokumentasi dengan baik.

Sebagai perusahaan farmasi yang menghasilkan produk obat, bahan kimia, serta material pendukung lainnya, PT. LAPI Laboratories memiliki tanggung jawab untuk mengelola limbah B3 sesuai ketentuan tersebut. Berdasarkan *User Requirement Specification* (URS) yang diberikan perusahaan, proses pemusnahan limbah B3 melibatkan berbagai tahapan penting seperti pendaftaran, verifikasi lapangan, *approval* berjenjang, pemusnahan, serta pembuatan Berita Acara Pemusnahan (BAP). Seluruh tahapan tersebut harus didukung oleh sistem yang mampu menjamin akurasi data, keamanan akses, ketersediaan *audit trail*, dan kesesuaian prosedur. Tanpa sistem yang terintegrasi, proses pencatatan limbah rentan terhadap kesalahan input, kesulitan pemantauan, serta keterlambatan proses persetujuan.

Pengembangan sistem informasi berbasis web menjadi solusi strategis untuk mendukung kebutuhan

tersebut. Sistem berbasis web memungkinkan pengguna melakukan input data limbah secara langsung, memproses alur persetujuan, memeriksa kesesuaian data di lapangan, serta menghasilkan dokumen pemusnahan secara otomatis. Selain itu, sistem ini dapat menyediakan *audit trail* sehingga setiap tindakan yang dilakukan dapat dipantau dan dipertanggungjawabkan. Kehadiran sistem ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi kerja, akurasi pencatatan, serta kelancaran proses pemusnahan limbah B3 secara keseluruhan.

1.2. Tujuan

Tujuan dari pelaksanaan kerja praktik ini adalah:

1. Memenuhi kewajiban akademik berupa penyelesaian mata kuliah Kerja Praktik sebesar 4 SKS.
2. Merancang dan mengimplementasikan sistem informasi pengelolaan pemusnahan limbah B3 berbasis web yang sesuai dengan kebutuhan operasional PT. LAPI Laboratories.
3. Menghasilkan sistem yang mampu mengelola seluruh proses pemusnahan limbah B3 secara terstruktur, mulai dari pendaftaran data limbah, proses verifikasi, persetujuan berjenjang, pelaksanaan pemusnahan, hingga pembuatan Berita Acara Pemusnahan (BAP) sesuai alur dan persyaratan yang tercantum dalam URS.
4. Mengimplementasikan mekanisme *audit trail* untuk mencatat seluruh aktivitas pengguna secara otomatis sebagai bentuk pengawasan dan pengendalian sistem.

1.3. Manfaat

Manfaat yang diperoleh dengan adanya website pengelolaan pemusnahan limbah B3 ini antara lain:

1. Mempermudah dan mengefisienkan proses pencatatan dan pengelolaan limbah B3 mulai dari pendaftaran hingga pemusnahan.

2. Meningkatkan keakuratan dan konsistensi data karena seluruh proses dilakukan secara digital dan terintegrasi dalam satu sistem.
3. Mempercepat proses persetujuan melalui mekanisme persetujuan berjenjang berbasis sistem.
4. Menyediakan audit trail otomatis sehingga seluruh aktivitas pengguna dapat ditelusuri untuk keperluan pengawasan dan evaluasi.
5. Meminimalisasi kesalahan input serta mencegah terjadinya duplikasi data melalui mekanisme validasi sistem.
6. Mendukung kepatuhan perusahaan terhadap prosedur pengelolaan limbah B3 serta regulasi yang berlaku.
7. Mempermudah proses penyusunan laporan dan pembuatan Berita Acara Pemusnahan (BAP) secara sistematis dan terdokumentasi.

1.4. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada kerja praktik ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem informasi pengelolaan pemusnahan limbah B3 berbasis web yang mampu mendukung seluruh proses bisnis PT. LAPI Laboratories secara terstruktur dan terintegrasi?
2. Bagaimana membangun sistem yang dapat melakukan pencatatan data limbah, verifikasi, persetujuan berjenjang, pelaksanaan pemusnahan, serta pembuatan Berita Acara Pemusnahan (BAP) sesuai dengan kebutuhan operasional dan URS perusahaan?
3. Bagaimana mengimplementasikan mekanisme *audit trail* pada sistem untuk mencatat dan menelusuri seluruh aktivitas pengguna secara otomatis?

1.5. Lokasi dan Waktu Kerja Praktik

Melihat lokasi PT. LAPI Laboratories yang berada di luar kota, kegiatan kerja praktik dilaksanakan secara *online*.

Periode pelaksanaan kerja praktik berlangsung pada tanggal 1 Agustus 2025 hingga 1 November 2025.

1.6. Metodologi Kerja Praktik

Metodologi pelaksanaan kerja praktik dan penyusunan laporan meliputi tahapan sebagai berikut:

1.6.1. Perumusan Masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi awal terhadap permasalahan yang ada dalam proses pengelolaan pemusnahan limbah B3 di PT. LAPI Laboratories. Informasi dikumpulkan dari dokumen URS, penjelasan dari pihak perusahaan, serta observasi terhadap alur kerja yang sedang berjalan. Hasil dari tahap ini berupa gambaran jelas mengenai kendala yang dihadapi dan kebutuhan sistem yang harus dikembangkan.

1.6.2. Studi Literatur

Tahap ini dilakukan dengan mempelajari berbagai sumber seperti regulasi terkait limbah B3, konsep sistem informasi, dokumentasi teknis Node.js, Express, Sequelize, React JS, serta referensi yang mendukung proses perancangan sistem. Studi literatur ini bertujuan untuk memperkuat landasan teoritis dan memastikan bahwa sistem yang dikembangkan sesuai dengan standar dan praktik terbaik.

1.6.3. Analisis dan Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan analisis mendalam mengenai kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem berdasarkan URS perusahaan. Setelah analisis selesai, dilakukan perancangan sistem yang meliputi pembuatan diagram alur proses, perancangan basis data, perancangan API, serta perancangan tampilan antarmuka. Tahap ini menjadi dasar sebelum sistem diimplementasikan.

1.6.4. Implementasi Sistem

Tahap implementasi dilakukan dengan membangun aplikasi berbasis web menggunakan

Node.js dan Express pada sisi *backend*, serta React JS pada sisi *frontend*. ORM Sequelize digunakan untuk menghubungkan sistem dengan *database* PostgreSQL. Pada tahap ini setiap modul dikembangkan sesuai hasil perancangan, mulai dari fitur pendaftaran limbah, verifikasi, *approval* berjenjang, hingga pembuatan berita acara.

1.6.5. Pengujian dan Evaluasi

Setelah implementasi selesai, dilakukan pengujian untuk memastikan sistem berjalan sesuai kebutuhan. Pengujian meliputi pemeriksaan fungsi, validasi input, alur proses, serta kesesuaian data. Evaluasi dilakukan bersama pihak perusahaan untuk menilai apakah sistem sudah memenuhi kebutuhan operasional dan apakah perbaikan diperlukan sebelum digunakan lebih lanjut.

1.6.6. Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir berupa penyusunan kesimpulan mengenai hasil kerja praktik dan pencapaian yang diperoleh selama proses pengembangan sistem. Selain itu, diberikan pula saran yang dapat digunakan untuk pengembangan sistem lebih lanjut atau peningkatan kualitas di masa mendatang.

1.7. Sistematika Laporan

1.7.1. Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang, tujuan, manfaat, rumusan masalah, lokasi dan waktu kerja praktik, metodologi, dan sistematika laporan.

1.7.2. Bab II Profil Perusahaan

Bab ini berisi gambaran umum mengenai PT. LAPI Laboratories, yang meliputi profil, visi dan misi, tugas pokok dan fungsi, serta lokasi perusahaan.

1.7.3. Bab III Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi dasar teori, termasuk teknologi dan konsep yang digunakan dalam pengembangan sistem.

1.7.4. Bab IV Analisis dan Perancangan Infrastruktur Sistem

Bab ini berisi proses analisis dan perancangan sistem yang dikembangkan dalam pelaksanaan kerja praktik.

1.7.5. Bab V Implementasi Sistem

Bab ini berisi uraian tahapan implementasi dari sistem yang telah dirancang, mulai dari pembangunan *backend*, *frontend*, hingga integrasi dengan basis data.

1.7.6. Bab VI Pengujian dan Evaluasi

Bab ini berisi hasil pengujian dan evaluasi terhadap kinerja dan kesesuaian sistem dengan kebutuhan pengguna.

1.7.7. Bab VII Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang diperoleh dari proses pelaksanaan kerja praktik.

BAB II

PROFIL PERUSAHAAN

2.1. Sejarah PT. LAPI Laboratories

Sejarah PT. LAPI Laboratories bermula pada tahun 1972 ketika perusahaan memulai kiprahnya sebagai importir alergen di Indonesia. Nama “LAPI”, yang merupakan singkatan dari “Laboratorium Alergen Pertama Indonesia”, mencerminkan peran awal perusahaan sebagai pionir dalam penyediaan produk alergen bagi kebutuhan medis di Indonesia. Langkah awal ini menjadi fondasi penting bagi perkembangan perusahaan di bidang farmasi, yang kemudian terus berkembang seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan produk kesehatan yang berkualitas.

Perkembangan signifikan terjadi pada tahun 1993 ketika PT. LAPI Laboratories memperoleh sertifikasi CPOB (*Good Manufacturing Practices*) untuk produk non-beta laktam. Pencapaian ini menjadi tonggak penting yang menandai komitmen perusahaan dalam memajukan standar manufaktur farmasi di Indonesia. Setelah itu, perusahaan terus memperluas kapabilitas produksinya, termasuk pembangunan fasilitas produksi sefaloспорин bersertifikasi pada tahun 2005 serta pendirian fasilitas produksi probiotik khusus pertama di Indonesia pada tahun 2007. Upaya ini menunjukkan keseriusan perusahaan dalam memenuhi kebutuhan obat-obatan dan suplemen kesehatan yang aman, efektif, dan inovatif.

Perjalanan perusahaan berlanjut dengan pembangunan fasilitas produksi non-beta laktam kedua pada tahun 2017 serta diresmikannya fasilitas injeksi steril pada tahun 2019, yang semakin memperkuat kemampuan produksi farmasi modern. Hingga saat ini, di tengah dinamika industri farmasi yang terus berkembang, PT. LAPI Laboratories memandang setiap tantangan sebagai peluang untuk berinovasi dan tumbuh. Melalui

pengembangan fasilitas produksi yang canggih dan berkelanjutan, perusahaan tetap berkomitmen menghadirkan produk-produk unggulan yang berkontribusi pada peningkatan kesejahteraan masyarakat Indonesia.

2.2. Visi dan Misi

Visi PT. LAPI Laboratories adalah “Menjadi pemimpin dalam meningkatkan kesehatan holistic dan kualitas hidup serta mendukung perkembangan dunia yang lebih sehat melalui solusi yang terintegrasi dalam setiap tahap kehidupan.”

Misi PT. LAPI Laboratories, antara lain:

1. Berkomitmen dalam menciptakan, mengembangkan, dan menyediakan produk berkualitas tinggi untuk mendukung industri kesehatan dunia.
2. Tanpa batas dalam mendorong diri untuk melampaui batas dengan menjadi pembelajar seumur hidup, pemecah masalah yang gesit, dan inovator yang kreatif.
3. Bertanggung jawab dalam membina hubungan positif dengan pelanggan, mitra global, kolega, komunitas, generasi mendatang, dan lingkungan.

2.3. Tugas Pokok dan Fungsi

Tugas utama PT. LAPI Laboratories adalah menyediakan produk alergen dan farmasi yang aman dan berkualitas. Dalam fungsi bisnisnya, LAPI bertanggung jawab melakukan impor alergen dan menjamin ketersediaannya di pasar lokal, serta mendukung penelitian dan pengembangan di bidang alergen dan obat. Selain itu, LAPI juga mengelola fasilitas produksi di pabriknya di Cikande, yang memungkinkan perusahaan untuk memproduksi berbagai sediaan farmasi untuk memenuhi

kebutuhan pasar domestik dan mendukung ketahanan obat nasional. Melalui struktur organisasi dan operasionalnya, LAPI juga memainkan peran penting dalam peningkatan ketersediaan obat serta edukasi medis, terutama terkait alergi dan kondisi pernapasan, sesuai akar sejarah perusahaan sebagai laboratorium alergen.

2.4. Lokasi

Jl. Kawasan Industri Modern Kav. 18, Industrial Estate, Cikande, Nambo Ilir, Serang, Kabupaten Serang, Banten 42186

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1. Sistem Informasi

Sistem informasi adalah serangkaian komponen yang saling terkait yang mengumpulkan, memproses, menyimpan, dan mendistribusikan informasi untuk mendukung pengambilan keputusan dan pengendalian dalam suatu organisasi. Menurut Laudon et al. (2025), sistem informasi bukan hanya seperangkat teknologi, tetapi juga merupakan solusi manajemen dan organisasi terhadap tantangan yang dihadapi oleh lingkungan bisnis. Sistem ini mengubah data mentah menjadi informasi yang berguna melalui tiga aktivitas dasar, yaitu *input*, *processing*, dan *output*.

Dalam konteks organisasi digital modern, sistem informasi memainkan peran vital dalam keunggulan operasional, pengembangan produk baru, serta hubungan pelanggan dan pemasok. Laudon et al. (2025) menekankan bahwa sistem informasi saat ini telah berevolusi menjadi tulang punggung operasional perusahaan, dimana ketergantungan terhadap teknologi informasi sangat tinggi untuk mencapai tujuan strategis bisnis. Tanpa sistem informasi yang andal, organisasi akan kesulitan dalam mengelola data dalam jumlah besar dan merespons dinamika pasar secara *real-time*.

3.2. Limbah B3

Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan beracun. Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Limbah B3 didefinisikan secara spesifik sebagai zat, energi, dan/atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan

dan/atau merusak lingkungan hidup, dan/atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain.

Pengelolaan Limbah B3 menurut peraturan ini meliputi rangkaian kegiatan yang ketat, mulai dari pengurangan, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, hingga penimbunan. PP Nomor 22 Tahun 2021 mewajibkan setiap penghasil Limbah B3 untuk melakukan pengelolaan limbah yang dihasilkannya, atau menyerahkannya kepada pihak ketiga yang berizin jika tidak mampu mengelolanya sendiri. Regulasi ini juga menegaskan pentingnya sistem pelacakan untuk memastikan limbah B3 dikelola sesuai standar keselamatan lingkungan dari hulu ke hilir.

3.3.

Audit Trail

Audit trail atau jejak audit adalah rekaman kronologis yang menyediakan bukti dokumenter dari urutan aktivitas yang telah memengaruhi operasi, prosedur, atau kejadian tertentu dalam suatu sistem. Menurut Romney et al. (2021), dalam konteks sistem informasi, *audit trail* memungkinkan pelacakan transaksi dari titik asalnya ke laporan keuangan atau sebaliknya. Fitur ini sangat krusial untuk keamanan sistem karena mencatat “siapa, apa, kapan, dan di mana” sebuah aksi dilakukan, sehingga memfasilitasi deteksi akses tidak sah atau manipulasi data.

Penerapan *audit trail* yang efektif membantu organisasi dalam memenuhi kepatuhan regulasi dan standar keamanan data. Stallings dan Brown (2020) menjelaskan bahwa log audit berfungsi sebagai mekanisme kontrol detektif yang penting untuk analisis forensik jika terjadi insiden keamanan. Dengan adanya *audit trail*, administrator sistem dapat merekonstruksi kejadian masa lalu, mengidentifikasi anomali operasional,

dan memastikan akuntabilitas pengguna dalam penggunaan aplikasi.

3.4. **JavaScript**

JavaScript adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dinamis, berbasis prototipe, dan multi-paradigma. Awalnya dirancang untuk berjalan di sisi klien (*browser*), kini JavaScript telah berkembang menjadi bahasa universal yang dapat berjalan di sisi server. Menurut Flanagan (2020) dalam bukunya *JavaScript: The Definitive Guide*, JavaScript adalah bahasa pemrograman web yang memungkinkan pengembang menciptakan konten yang diperbarui secara dinamis, mengontrol multimedia, dan menganimasi gambar.

Keunggulan utama JavaScript modern terletak pada pembaruan standar ECMAScript (ES6+) yang terus-menerus, yang memperkenalkan fitur-fitur seperti *arrow functions*, *promises*, dan *classes*. Hal ini membuat kode menjadi lebih bersih, modular, dan mudah dipelihara, serta memungkinkan pembuatan logika bisnis yang kompleks baik di sisi *frontend* maupun *backend* (Haverbeke, 2024).

3.5. **Node.js**

Node.js adalah *runtime environment* JavaScript lintas platform dan *open-source* yang menjalankan kode JavaScript di luar *web browser*. Dibangun di atas mesin JavaScript V8 milik Google Chrome, Node.js dirancang untuk membangun aplikasi jaringan yang *scalable*. Menurut Zammetti (2022), keunggulan utama Node.js terletak pada arsitekturnya yang berbasis *event-driven* dan model *non-blocking I/O*, yang membuatnya sangat ringan dan efisien untuk aplikasi *real-time* yang intensif data.

Penggunaan Node.js memungkinkan pengembang untuk menangani ribuan koneksi konkuren dengan *throughput* tinggi tanpa membebani memori server secara berlebihan. Mead (2018) menjelaskan bahwa ekosistem Node.js didukung oleh *Node Package Manager* (NPM),

yang merupakan registri perangkat lunak terbesar di dunia, menyediakan ribuan pustaka dan modul yang siap pakai untuk mempercepat proses pengembangan aplikasi modern.

3.6. Express.js

Express.js adalah kerangka kerja (*framework*) aplikasi web minimalis dan fleksibel untuk Node.js yang menyediakan serangkaian fitur kuat untuk aplikasi web dan seluler. Menurut Zammetti (2022), Express bertindak sebagai lapisan abstraksi di atas server HTTP bawaan Node.js, menyederhanakan proses *routing*, manajemen permintaan dan respons, serta integrasi *middleware*. Filosofi desainnya yang *unopinionated* memberikan kebebasan kepada pengembang untuk menyusun arsitektur aplikasi sesuai kebutuhan spesifik mereka.

Framework ini sangat populer dalam pengembangan *backend* karena kemudahannya dalam pembuatan API (*Application Programming Interface*). Banks dan Porcello (2020) mencatat bahwa Express memfasilitasi pembuatan endpoint RESTful dengan cepat dan efisien, serta mendukung integrasi yang mulus dengan berbagai sistem basis data dan mesin templat. Fleksibilitas ini menjadikan Express sebagai standar *de facto* untuk pengembangan server dalam ekosistem MERN (MongoDB, Express, React, Node) dan PERN (PostgreSQL, Express, React, Node).

3.7. Sequelize ORM

Sequelize adalah *Object-Relational Mapping* (ORM) berbasis *promise* untuk Node.js yang mendukung berbagai basis data SQL seperti PostgreSQL, MySQL, MariaDB, SQLite, dan MSSQL. Seperti dijelaskan oleh Zammetti (2022), Sequelize memungkinkan pengembang untuk berinteraksi dengan basis data menggunakan sintaks JavaScript (objek dan metode). Fitur ini meningkatkan produktivitas dengan menyediakan validasi model,

asosiasi antar tabel atau relasi, dan fitur sinkronisasi skema otomatis.

Salah satu fitur kunci dari Sequelize adalah dukungannya terhadap manajemen migrasi basis data. Dokumentasi resmi dan literatur teknis modern menekankan bahwa penggunaan ORM seperti Sequelize membantu menjaga keamanan aplikasi dengan secara otomatis memitigasi risiko serangan *SQL Injection*. Selain itu, abstraksi yang disediakan oleh Sequelize memudahkan pemeliharaan kode (*maintainability*) dan portabilitas aplikasi jika di masa depan diperlukan perpindahan jenis basis data.

3.8. React JS

React JS adalah pustaka (*library*) JavaScript *open-source* yang digunakan untuk membangun antarmuka pengguna, khususnya untuk *Single Page Application*. React dikembangkan oleh Facebook dan berfokus pada komponen *reusable* atau dapat digunakan kembali. Banks dan Porcello (2020) menyatakan bahwa keunggulan utama React terletak pada penggunaan *Virtual DOM*.

Teknologi *Virtual DOM* memungkinkan aplikasi memperbarui dan merender komponen yang berubah saja secara efisien tanpa memuat ulang seluruh halaman. Lebih lanjut, dengan diperkenalkannya fitur *React Hooks*, pengembang dapat mengelola *state* dan *component life cycle* dalam fungsi komponen tanpa perlu menggunakan *class*, yang membuat kode menjadi lebih ringkas dan mudah dibaca (Wieruch, 2022).

3.9. PostgreSQL

PostgreSQL adalah sistem manajemen basis data relasional objek (*Object-Relational Database Management System*) *open-source* yang dikenal dengan keandalan, ketahanan fitur, dan performanya. Menurut Schönig (2024), PostgreSQL mematuhi standar SQL dan sepenuhnya mendukung prinsip ACID (*Atomicity*,

Consistency, Isolation, Durability), sehingga mampu menjamin integritas transaksi pada aplikasi berskala besar. PostgreSQL juga mendukung berbagai tipe data modern, termasuk JSONB, yang memungkinkan penyimpanan dan pemrosesan data semi-terstruktur secara efisien dalam sistem relasional.

Dalam pengembangan aplikasi modern, PostgreSQL menawarkan skalabilitas dan fleksibilitas yang kuat. Sebuah studi komparatif oleh Salunke dan Ouda (2024) menunjukkan bahwa PostgreSQL memiliki kemampuan ekstensibilitas yang matang, termasuk dukungan untuk modul tambahan seperti PostGIS serta beragam metode indeks tingkat lanjut. Penelitian tersebut juga menemukan bahwa PostgreSQL mampu menangani beban kerja tinggi dan tingkat konkurensi besar secara konsisten.

3.10. REST API

REST (*Representational State Transfer*) adalah gaya arsitektur perangkat lunak yang menetapkan batasan-batasan untuk pembuatan layanan web. REST API menggunakan protokol HTTP untuk komunikasi data, dengan metode standar seperti GET, POST, PUT, dan DELETE. Menurut Pressman dan Maxim (2020), REST API memungkinkan interaksi antar sistem yang berbeda atau interoperabilitas secara ringan.

Karakteristik utama dari REST adalah sifatnya yang *stateless*, yang berarti server tidak menyimpan status sesi pengguna di antara permintaan yang berbeda. Hal ini membuat beban server menjadi lebih ringan dan aplikasi lebih *scalable*. Pertukaran data dalam REST API umumnya menggunakan format JSON (*JavaScript Object Notation*) yang ringan dan mudah dibaca oleh manusia maupun mesin, memfasilitasi integrasi yang mulus antara *backend* dan berbagai jenis *frontend* (Masse, 2022).

BAB IV

ANALISIS DAN PERANCANGAN INFRASTRUKTUR SISTEM

4.1. Analisis Sistem

Bagian ini menjelaskan analisis awal yang dilakukan sebelum proses perancangan dan implementasi sistem. Analisis dilakukan untuk memahami kebutuhan pengguna, alur proses pemusnahan limbah B3 yang berjalan di perusahaan, serta fungsi-fungsi sistem yang harus disediakan agar sesuai dengan URS yang diberikan PT. LAPI Laboratories.

4.1.1. Definisi Umum Aplikasi

Secara umum, sistem pengelolaan pemusnahan limbah B3 merupakan sebuah aplikasi berbasis web yang dirancang untuk mendukung proses pencatatan, verifikasi, dan pemusnahan limbah B3 secara terstruktur. Sistem ini memungkinkan pengguna melakukan penginputan data limbah, memproses alur persetujuan secara berjenjang, melakukan verifikasi di lapangan, serta menghasilkan Berita Acara Pemusnahan (BAP) secara otomatis.

Sistem ini dikembangkan untuk menggantikan proses manual yang sebelumnya rentan terhadap kesalahan input, keterlambatan persetujuan, serta kesulitan pelacakkan status ajuan. Dengan adanya sistem ini, seluruh data limbah B3 tersimpan secara digital, terdokumentasi dengan baik, dan mudah ditelusuri melalui fitur *audit trail*. Selain itu, sistem ini memfasilitasi setiap tahap proses pemusnahan mulai dari pendaftaran hingga penandatanganan berita acara sehingga proses operasional menjadi lebih efektif dan akurat.

4.1.2. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi fungsi-fungsi yang harus tersedia di dalam sistem agar dapat mendukung seluruh proses pemusnahan limbah B3. Kebutuhan dibagi menjadi dua, yaitu kebutuhan fungsional dan non-fungsional.

1. Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional menggambarkan layanan atau fitur yang harus disediakan oleh sistem agar dapat digunakan sesuai tujuan. Daftar kebutuhan fungsional ditampilkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Daftar Kebutuhan Fungsional

| Kode | Deskripsi |
|-------|---|
| F-001 | Pelaksana Pemohon dapat menginput data detail limbah B3 ke dalam sistem. |
| F-002 | Sistem menyimpan data ajuan pemusnahan dengan status “Waiting Approval ...”. |
| F-003 | Manager Pemohon, Manager HSE, APJ dapat melihat daftar ajuan pemusnahan. |
| F-004 | Sistem menampilkan informasi lengkap dari setiap ajuan pemusnahan. |
| F-005 | Manager Pemohon, Manager HSE, APJ dapat memberikan persetujuan secara bertingkat. |
| F-006 | Manager Pemohon, Manager HSE, APJ dapat menolak ajuan dengan mencantumkan alasan. |

| | |
|-------|--|
| F-007 | Sistem mengubah status ajuan berdasarkan aksi persetujuan. |
| F-008 | Semua pengguna dapat melihat riwayat ajuan yang pernah diajukan atau diproses beserta statusnya. |
| F-009 | Pelaksana Pemohon dapat mencetak label identitas limbah sesuai data sistem saat status ajuan “Waiting Verifikasi Lapangan”. |
| F-010 | Pelaksana Pemohon, Officer/Supervisor Pemohon, Pelaksana HSE, Officer/Supervisor HSE dapat melakukan verifikasi fisik limbah di lapangan berdasarkan data ajuan dengan barang yang diserahkan. |
| F-011 | Sistem menyediakan form dokumentasi verifikasi limbah (checklist dan paraf). |
| F-012 | Semua pengguna dapat mengunduh form ajuan pemusnahan yang telah dibuat. |
| F-013 | Officer/Supervisor HSE dapat membuat Berita Acara Pemusnahan (BAP) setelah verifikasi selesai. |
| F-014 | Sistem menyimpan data Berita Acara Pemusnahan (BAP) dengan status “Waiting Approval ...”. |
| F-015 | Semua pengguna dapat mengunduh Berita Acara Pemusnahan (BAP) yang telah dibuat. |
| F-016 | Manager HSE, Manager Pemohon, APJ, Head of Plant dapat melihat daftar Berita Acara Pemusnahan (BAP). |

| | |
|-------|---|
| F-017 | Sistem menampilkan informasi lengkap dari setiap Berita Acara Pemusnahan (BAP). |
| F-018 | Manager HSE, Manager Pemohon, APJ, Head of Plant dapat memberikan persetujuan secara bertingkat. |
| F-019 | Sistem mengubah status Berita Acara Pemusnahan (BAP) berdasarkan aksi persetujuan. |
| F-020 | Semua pengguna dapat melihat riwayat Berita Acara Pemusnahan (BAP) yang pernah diajukan atau diproses beserta statusnya. |
| F-021 | Sistem mencatat semua aktivitas pengguna dalam <i>audit trail</i> (siapa, apa, kapan, mengapa). |
| F-022 | Sistem memberikan fitur pencarian dan filter pada daftar ajuan pemusnahan dan Berita Acara Pemusnahan (BAP) untuk mempermudah penelusuran data. |

2. Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan non-fungsional menjelaskan karakteristik kualitas sistem yang harus dipenuhi agar aplikasi dapat berjalan optimal, aman, dan sesuai standar. Daftar kebutuhan non-fungsional ditampilkan pada Tabel 4.2.

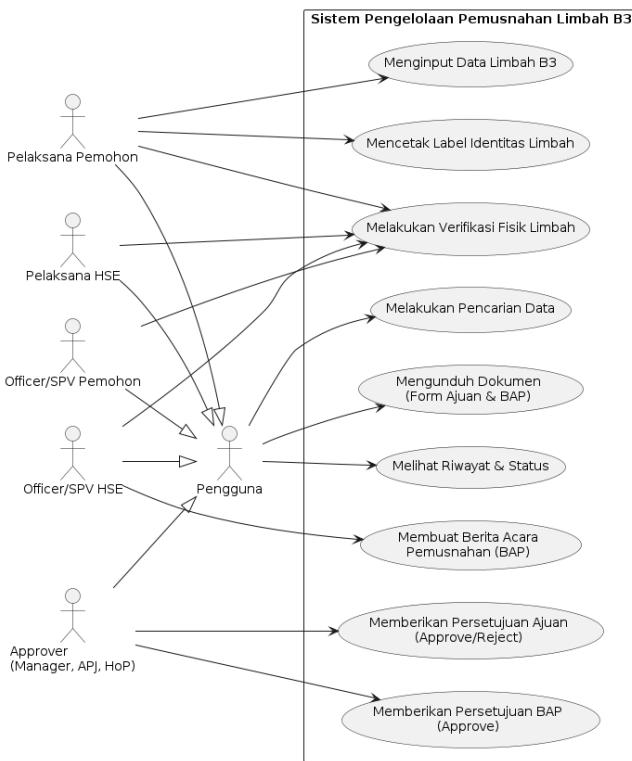
Tabel 4.2 Daftar Kebutuhan Non-Fungsional

| Kode | Deskripsi |
|------|-----------|
| | |

| | |
|--------|--|
| NF-001 | Sistem harus menggunakan login dengan single credential dan kontrol akses sesuai peran pengguna. |
| NF-002 | Sistem harus cepat merespons input pengguna pada perangkat yang telah ditentukan. |
| NF-003 | Sistem berbasis web, dapat diakses melalui berbagai browser, dan memiliki UI yang mudah digunakan. |
| NF-004 | Semua perubahan sistem harus melalui prosedur resmi yang terdokumentasi. |
| NF-005 | Sistem divalidasi untuk menjamin akurasi, keandalan, dan deteksi perubahan data. |
| NF-006 | Sistem dapat berintegrasi dengan sistem lain seperti LMS melalui API. |
| NF-007 | Sistem memenuhi prinsip ALCOA++ untuk menjaga integritas dan ketersediaan data. |
| NF-008 | <i>Audit trail</i> tidak bisa diedit, aman, dan dapat diperiksa secara independen. |

4.1.3. Use Case Diagram

Use Case Diagram digunakan untuk menggambarkan hubungan antara aktor dengan sistem berdasarkan fungsi yang disediakan. Diagram ini memvisualisasikan alur interaksi pada setiap proses operasional, mulai dari pembuatan ajuan hingga verifikasi, persetujuan, dan pembuatan Berita Acara Pemusnahan (BAP). Diagram lengkap ditampilkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Use Case Diagram

4.2. Perancangan Infrastruktur Sistem

Perancangan infrastruktur sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat berjalan secara optimal, terstruktur, dan sesuai dengan kebutuhan fungsional serta non-fungsional yang telah dianalisis sebelumnya. Bagian ini menjelaskan desain arsitektur, desain data, dan desain antarmuka yang digunakan dalam pengembangan sistem pengelolaan pemusnahan limbah B3.

4.2.1. Desain Arsitektur

Desain arsitektur menggambarkan bagaimana komponen-komponen sistem diorganisasikan dan

bagaimana setiap komponen saling berinteraksi. Arsitektur yang digunakan pada pengembangan sistem pengelolaan pemusnahan limbah B3 ini adalah Monolithic Client-Server Architecture dengan MVC Pattern. Pendekatan ini dipilih karena sesuai untuk sistem internal perusahaan dengan alur proses yang terpusat, yang memerlukan integrasi data yang kuat dan pengelolaan logika bisnis yang konsisten dalam satu aplikasi backend.

1. Monolithic Architecture

Sistem ini dibangun dengan pendekatan Monolithic Architecture. Seluruh fungsi *backend* seperti autentikasi, pengelolaan permohonan pemusnahan, proses verifikasi dan persetujuan, pembuatan Berita Acara Pemusnahan (BAP), serta *audit trail* berada dalam satu aplikasi terintegrasi. Seluruh data disimpan pada satu basis data PostgreSQL dan aplikasi *backend* di-deploy sebagai satu layanan tunggal, sehingga proses pengelolaan dan pemeliharaannya menjadi lebih sederhana.

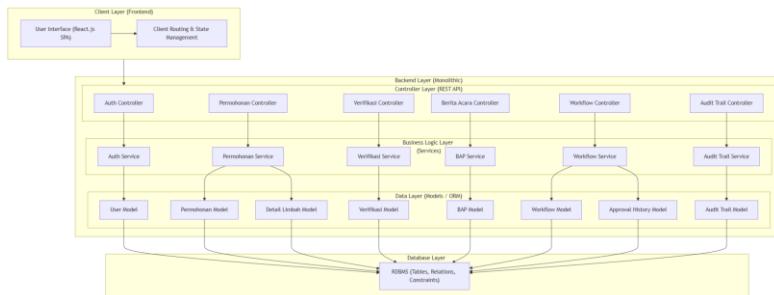
2. Client-Server Architecture

Sistem menerapkan Client-Server Architecture yang memisahkan secara jelas antara antarmuka pengguna dan logika bisnis. *Frontend* berbasis web berfungsi menampilkan UI dan berinteraksi dengan pengguna, sedangkan *backend* menangani seluruh pemrosesan data dan eksekusi logika bisnis melalui REST API. Komunikasi antara keduanya dilakukan melalui HTTP dalam format JSON, sehingga integrasi menjadi lebih fleksibel dan terstruktur.

3. Model-View-Controller (MVC) Pattern

Backend dirancang menggunakan pola Model-View-Controller (MVC) agar sistem lebih

modular, terorganisasi, dan mudah dikembangkan. *Model* mengelola struktur data dan interaksi dengan *database* melalui ORM, *View* direpresentasikan dalam bentuk *output JSON* yang mendukung pemisahan antara *frontend* dan *backend*, dan *Controller* menangani seluruh alur proses dan logika bisnis seperti autentikasi, permohonan, verifikasi, *approval*, hingga pembuatan BAP.



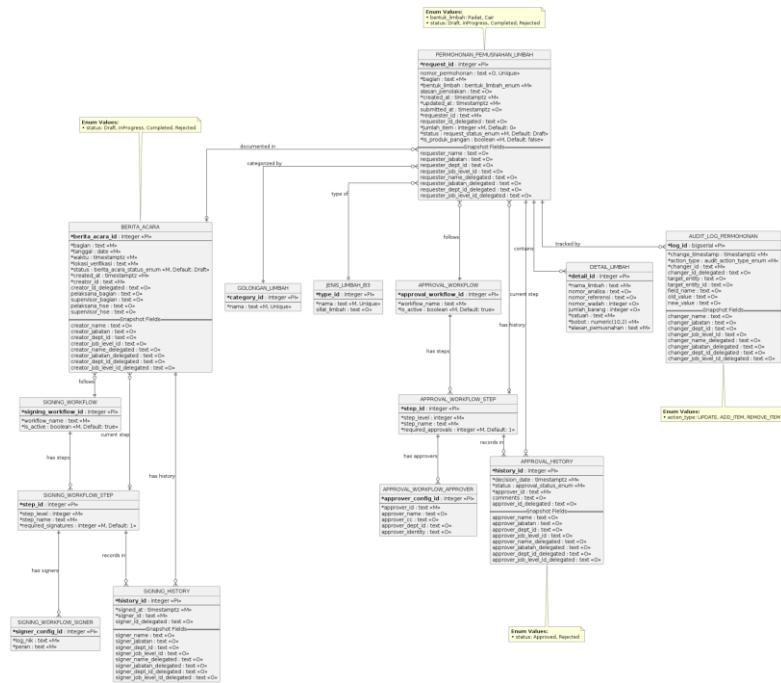
Gambar 4.2 Ilustrasi Arsitektur Sistem

4.2.2. Desain Data

Desain data bertujuan untuk memodelkan struktur data yang digunakan di dalam sistem, serta menggambarkan bagaimana data disimpan, dihubungkan, dan dikelola. Pada tahap ini digunakan dua model, yaitu *Conceptual Data Model* (CDM) dan *Physical Data Model* (PDM).

1. Conceptual Data Model

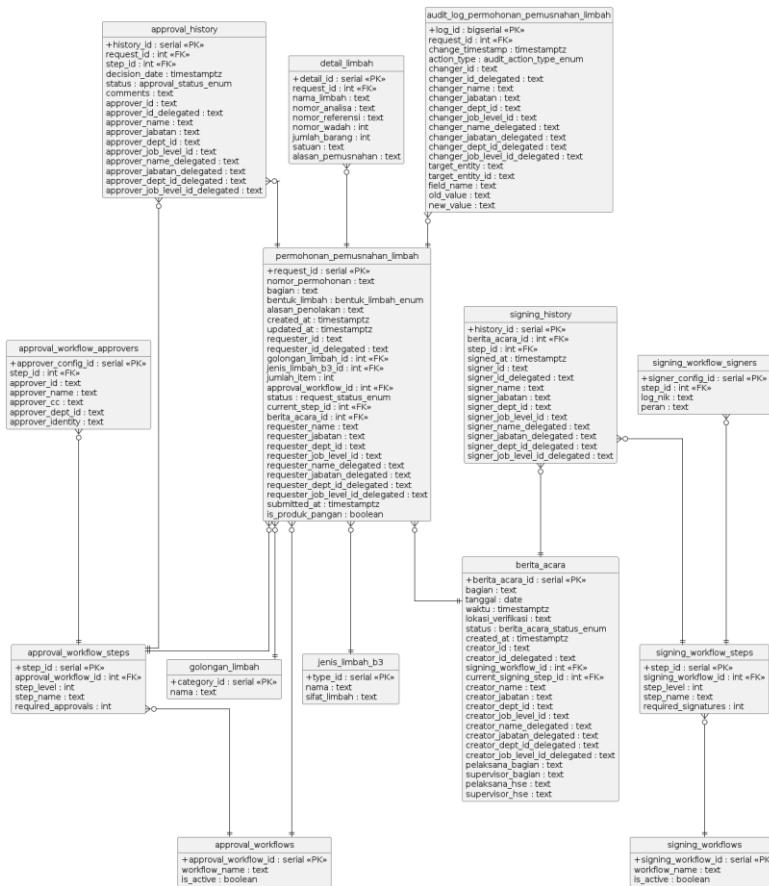
Conceptual Data Model (CDM) merupakan tahap awal dalam perancangan basis data yang digunakan untuk menggambarkan struktur data secara umum dan hubungan antar entitas dalam sistem. CDM divisualisasikan dalam bentuk *Entity Relationship Diagram* (ERD) yang ditampilkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.3 Conceptual Data Model

2. Physical Data Model

Physical Data Model (PDM) merupakan pengembangan dari *Conceptual Data Model* (CDM) sebagai hasil final dari perancangan data. PDM menjabarkan struktur data secara teknis dan lebih detail. Model ini meliputi nama tabel, kolom, tipe data, panjang karakter, *primary key*, *foreign key*, relasi antar tabel, hingga aturan integritas data, yang ditampilkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.4 Physical Data Model

4.2.3. Desain Antarmuka

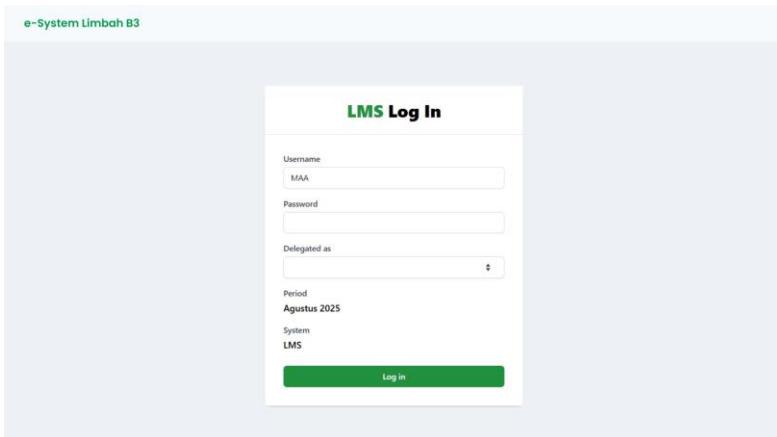
Desain antarmuka menggambarkan tampilan sistem dari sudut pandang pengguna. Perancangan antarmuka dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi mudah digunakan, konsisten, dan mendukung alur kerja operasional pemusnahan limbah B3. Desain mengacu

pada prinsip kemudahan navigasi, keterbacaan, konsistensi elemen visual, serta kesesuaian dengan kebutuhan proses bisnis. Seluruh desain dibuat menggunakan Figma sebagai alat perancangan utama.

Berikut adalah beberapa halaman utama yang dirancang:

1. Halaman Login

Halaman ini digunakan sebagai proses autentikasi awal sebelum pengguna memasuki sistem.

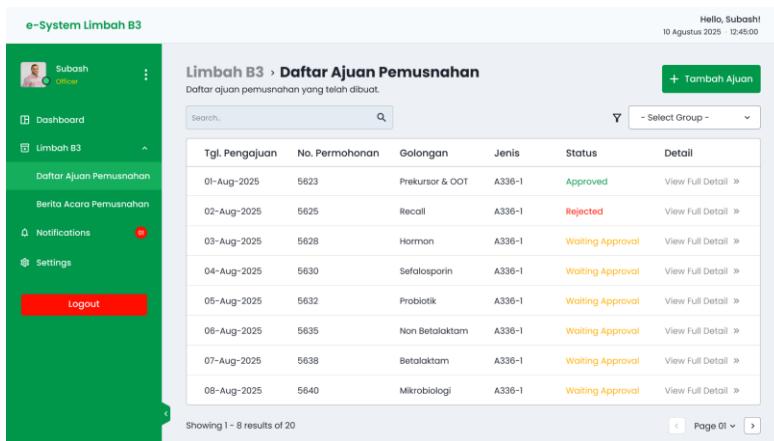


The image shows a screenshot of a web-based login interface. At the top, a header bar displays the text "e-System Limbah B3". Below this, the main content area has a title "LMS Log In" in green. There are four input fields: "Username" with the value "MAA", "Password", and "Delegated as". Below these fields are two dropdown menus: "Period" set to "Agustus 2025" and "System" set to "LMS". At the bottom of the form is a large green "Log In" button.

Gambar 4.5 Desain Halaman Login

2. Halaman Daftar Ajuan Pemusnahan

Halaman ini menampilkan daftar seluruh ajuan pemusnahan dengan fitur pencarian, filter, dan navigasi aksi.



Limbah B3 > Daftar Ajuan Pemusnahan

Daftar ajuan pemusnahan yang telah dibuat.

+ Tambah Ajuan

Search...

- Select Group -

Tgl. Pengajuan No. Permohonan Golongan Jenis Status Detail

01-Aug-2025 5623 Prekursor & OOT A336-I Approved View Full Detail »

02-Aug-2025 5625 Recall A336-I Rejected View Full Detail »

03-Aug-2025 5628 Hormon A336-I Waiting Approval View Full Detail »

04-Aug-2025 5630 Sefalosporin A336-I Waiting Approval View Full Detail »

05-Aug-2025 5632 Probiotik A336-I Waiting Approval View Full Detail »

06-Aug-2025 5635 Non Betalaktam A336-I Waiting Approval View Full Detail »

07-Aug-2025 5638 Betalaktam A336-I Waiting Approval View Full Detail »

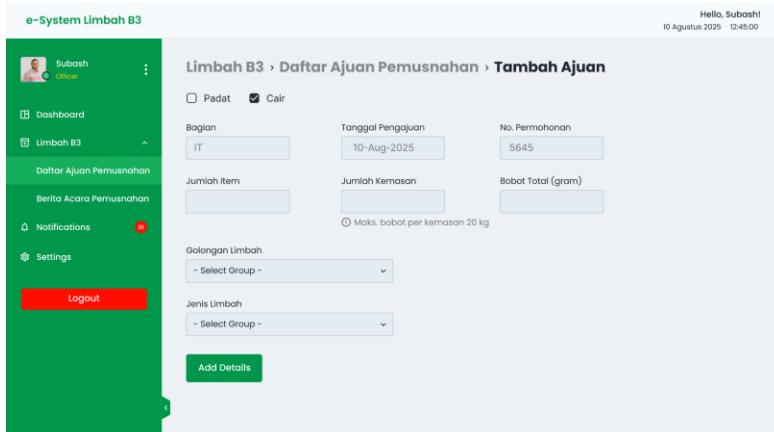
08-Aug-2025 5640 Mikrobiologi A336-I Waiting Approval View Full Detail »

Showing 1 - 8 results of 20 Page 01

Gambar 4.6 Desain Halaman Daftar Ajuan Pemusnahan

3. Halaman Form Ajuan Pemusnahan

Halaman ini digunakan oleh pelaksana pemohon untuk menginput data limbah B3 beserta informasi pendukung lainnya.



Limbah B3 > Daftar Ajuan Pemusnahan > Tambah Ajuan

Padat Cair

Bahan Tonggol Pengajuan No. Permohonan

Jumlah Item Jumlah Kemasan Bobot Total (gram)

Maks. bobot per kemasan 20 kg

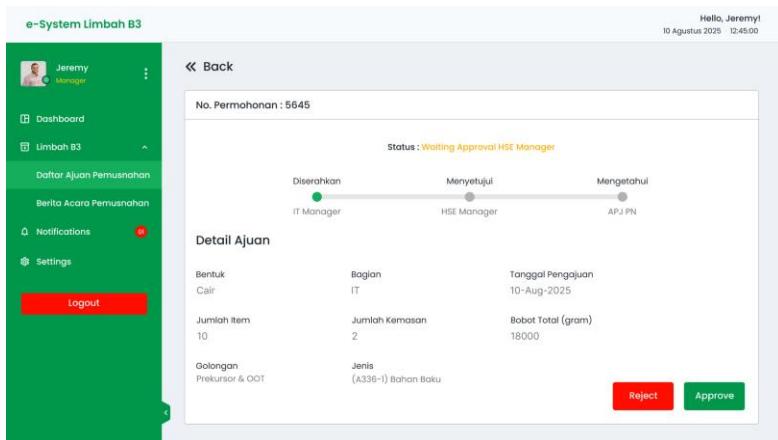
Golongan Limbah

Jenis Limbah

Gambar 4.7 Desain Halaman Form Ajuan Pemusnahan

4. Halaman Detail Ajuan Pemusnahan

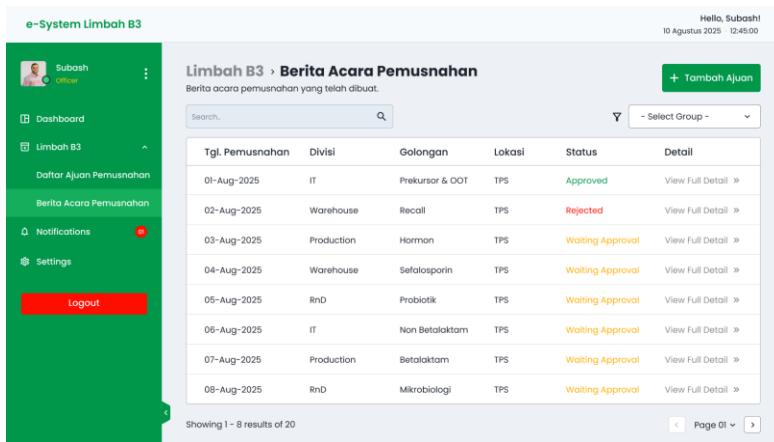
Halaman ini menampilkan informasi lengkap dari satu ajuan, termasuk status persetujuan dan log aktivitas.



Gambar 4.8 Desain Halaman Detail Ajuan Pemusnahan

5. Halaman Daftar Berita Acara Pemusnahan

Halaman ini menampilkan daftar seluruh BAP yang telah dibuat dengan fitur pencarian, filter, dan navigasi aksi.



e-System Limbah B3

Subash Officer

Dashboard Limbah B3

Daftar Ajuan Pemusnahan

Berita Acara Pemusnahan

Notifications

Logout

Search...

+ Tambah Ajuan

Y - Select Group -

Limbah B3 > Berita Acara Pemusnahan

Berita acara pemusnahan yang telah dibuat.

| Tgl. Pemusnahan | Divisi | Golongan | Lokasi | Status | Detail |
|-----------------|------------|-----------------|--------|------------------|----------------------------------|
| 01-Aug-2025 | IT | Prekursor & OOT | TPS | Approved | View Full Detail |
| 02-Aug-2025 | Warehouse | Recall | TPS | Rejected | View Full Detail |
| 03-Aug-2025 | Production | Hormon | TPS | Waiting Approval | View Full Detail |
| 04-Aug-2025 | Warehouse | Sefalosporin | TPS | Waiting Approval | View Full Detail |
| 05-Aug-2025 | RnD | Probiotik | TPS | Waiting Approval | View Full Detail |
| 06-Aug-2025 | IT | Non Betalaktam | TPS | Waiting Approval | View Full Detail |
| 07-Aug-2025 | Production | Betalaktam | TPS | Waiting Approval | View Full Detail |
| 08-Aug-2025 | RnD | Mikrobiologi | TPS | Waiting Approval | View Full Detail |

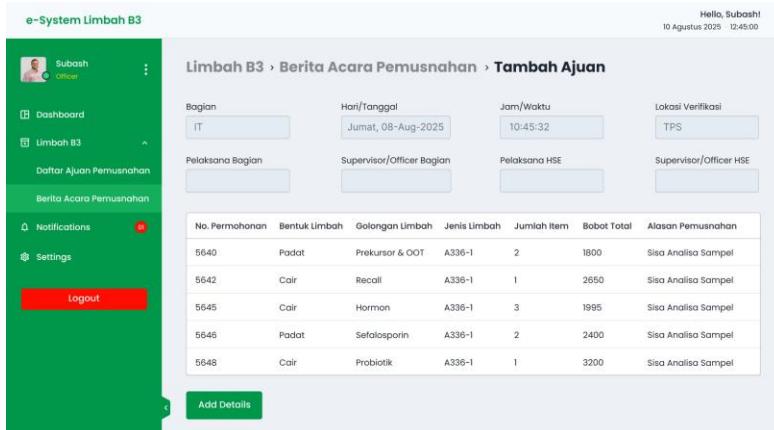
Showing 1 - 8 results of 20

Page 01 / 1

Gambar 4.9 Desain Halaman Daftar Berita Acara Pemusnahan

6. Halaman Form Berita Acara Pemusnahan

Halaman ini digunakan oleh officer/supervisor HSE untuk membuat BAP setelah proses pemusnahan selesai.



e-System Limbah B3

Subash Officer

Dashboard Limbah B3

Daftar Ajuan Pemusnahan

Berita Acara Pemusnahan

Notifications

Settings

Logout

Bogian: IT | Hari/Tanggal: Jumat, 08-Aug-2025 | Jam/Waktu: 10:45:32 | Lokasi Verifikasi: TPS

Pelaksana Bagian: | Supervisor/Officer Bagian: | Pelaksana HSE: | Supervisor/Officer HSE:

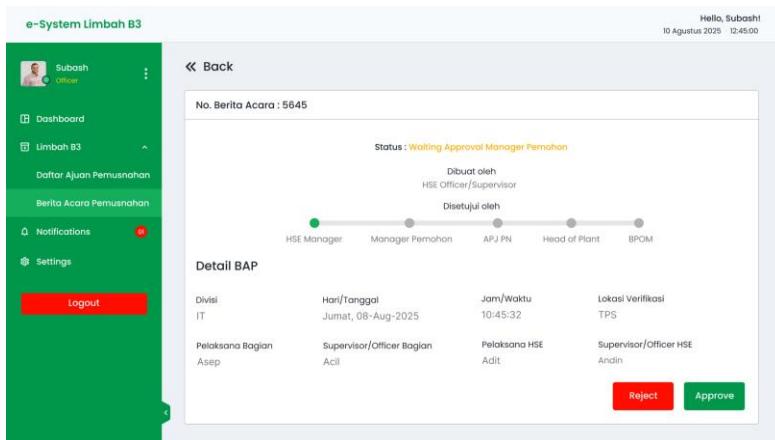
| No. Permohonan | Bentuk Limbah | Golongan Limbah | Jenis Limbah | Jumlah Item | Bobot Total | Alasan Pemusnahan |
|----------------|---------------|-----------------|--------------|-------------|-------------|---------------------|
| 5640 | Padat | Prekursor & OOT | A336-1 | 2 | 1800 | Sisa Analisa Sampel |
| 5642 | Cair | Recall | A336-1 | 1 | 2650 | Sisa Analisa Sampel |
| 5645 | Cair | Hormon | A336-1 | 3 | 1995 | Sisa Analisa Sampel |
| 5646 | Padat | Sefalosporin | A336-1 | 2 | 2400 | Sisa Analisa Sampel |
| 5648 | Cair | Probiotik | A336-1 | 1 | 3200 | Sisa Analisa Sampel |

Add Details

Gambar 4.10 Desain Halaman Form Berita Acara Pemusnahan

7. Halaman Detail Berita Acara Pemusnahan

Halaman ini menampilkan informasi lengkap suatu BAP, termasuk status persetujuan dan log aktivitas.



Gambar 4.11 Desain Halaman Detail Berita Acara Pemusnahan

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB V

IMPLEMENTASI SISTEM

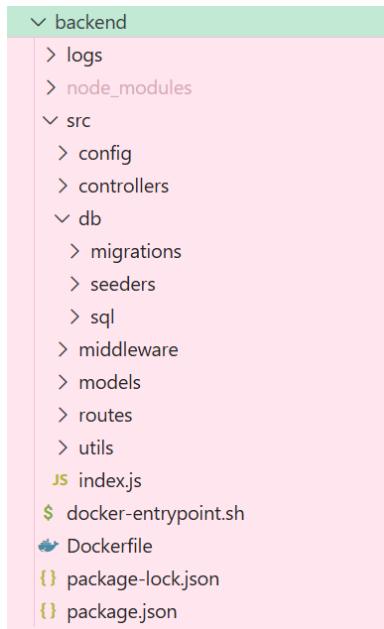
Bab ini membahas tahapan implementasi dari sistem pengelolaan pemusnahan limbah B3 yang telah dirancang. Implementasi dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu konfigurasi sisi server (*backend*) dan antarmuka pengguna (*frontend*).

5.1. Implementasi Backend

Implementasi *backend* berfokus pada pembangunan logika bisnis, manajemen basis data, dan keamanan sistem yang dibangun menggunakan Node.js. Berikut adalah detail implementasi komponen utama *backend*.

5.1.1. Struktur Kerangka Kode Sumber

Bagian ini menjelaskan organisasi direktori dan file dalam proyek *backend*, yang meliputi konfigurasi server, model basis data, *controller*, *middleware*, dan *routing API*. Struktur lengkap ditunjukkan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Struktur Kerangka Kode Sumber Backend

5.1.2. API Implementation

Bagian ini memaparkan seluruh API yang digunakan sebagai antarmuka komunikasi antara *frontend* dan *backend*. Spesifikasi *endpoint* API disajikan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Spesifikasi Endpoint API

| Modul | Endpoint | Metode | Deskripsi |
|-------|--------------------|--------|--|
| Auth | /api/auth/profil e | GET | Mendapatkan profil user yang sedang login (validasi token) |

| | | | |
|------------|-----------------------------|--------|--|
| Permohonan | /api/permohonan | GET | Mendapatkan daftar semua permohonan |
| | /api/permohonan | POST | Membuat permohonan baru (<i>draft</i>) |
| | /api/permohonan/:id | GET | Mendapatkan detail permohonan berdasarkan ID |
| | /api/permohonan/:id/detail | GET | Mendapatkan detail lengkap permohonan untuk <i>edit</i> |
| | /api/permohonan/:id | PUT | <i>Update</i> permohonan |
| | /api/permohonan/:id | DELETE | Menghapus permohonan dengan status <i>draft/rejected</i> |
| | /api/permohonan/:id/submit | POST | Submit permohonan <i>draft</i> untuk <i>approval</i> |
| | /api/permohonan/:id/approve | POST | <i>Approve</i> permohonan di step saat ini |
| | /api/permohonan/:id/reject | POST | <i>Reject</i> permohonan di step saat ini |

| | | | |
|--------------|--------------------------------------|------|---|
| Berita Acara | /api/berita-acara/available-requests | GET | Mendapatkan permohonan yang tersedia untuk berita acara |
| | /api/berita-acara/generate | POST | <i>Generate</i> berita acara dari permohonan yang selesai |
| | /api/berita-acara/pending-signatures | GET | Mendapatkan berita acara yang menunggu tanda tangan |
| | /api/berita-acara | GET | Mendapatkan daftar semua berita acara |
| | /api/berita-acara/:id | GET | Mendapatkan detail berita acara berdasarkan ID |
| | /api/berita-acara/:id/approve | POST | Menandatangani berita acara |
| User | /api/users | GET | Mendapatkan daftar semua user (dari API eksternal) |
| | /api/users/departments | GET | Mendapatkan daftar departemen |

| | | | |
|----------|---|-----|--|
| | /api/users/job-levels | GET | Mendapatkan daftar level jabatan |
| | /api/users/by-nik/:nik | GET | Mendapatkan user berdasarkan NIK |
| Workflow | /api/workflows/approval-workflows | GET | Mendapatkan daftar <i>approval workflow</i> |
| | /api/workflows/signing-workflows | GET | Mendapatkan daftar <i>signing workflow</i> |
| | /api/workflows/approval/:requestId | GET | Mendapatkan <i>approval workflow</i> untuk <i>request</i> tertentu |
| | /api/workflows/signing/:requestId | GET | Mendapatkan <i>signing workflow</i> untuk <i>request</i> tertentu |
| | /api/workflows/current-approver/:requestId | GET | Mendapatkan <i>approver</i> saat ini untuk <i>request</i> |
| | /api/workflows/approval-steps/:stepId/approvers | GET | Mendapatkan <i>approver</i> untuk step tertentu |

| | | | |
|--|--|--------|---|
| | /api/workflows/approval-steps/:stepId/approvers | POST | Menambahkan <i>approver</i> ke step |
| | /api/workflows/approvers/:approverConfigId | DELETE | Menghapus <i>approver</i> dari step |
| | /api/workflows/signing-steps/:stepId/signers | GET | Mendapatkan <i>signer</i> untuk step tertentu |
| | /api/workflows/signing-steps/:stepId/signers | POST | Menambahkan <i>signer</i> ke step |
| | /api/workflows/signers/:signerConfigId | DELETE | Menghapus <i>signer</i> dari step |
| | /api/workflows/admin/workflows | GET | Mendapatkan semua <i>workflow</i> (admin) |
| | /api/workflows/admin/approval-steps/:stepId/bulk-approvers | PUT | <i>Update bulk approvers</i> untuk step |
| | /api/workflows/admin/signing-steps/:stepId/bulk-signers | PUT | <i>Update bulk signers</i> untuk step |

| | | | |
|---------------------|---|-----|--|
| | lk-signers | | |
| Dashboard | /api/dashboard/stats | GET | Mendapatkan statistik <i>dashboard</i> untuk user saat ini |
| Options | /api/options/golongan-limbah | GET | Mendapatkan daftar golongan limbah |
| | /api/options/jenis-limbah-b3 | GET | Mendapatkan daftar jenis limbah B3 |
| Label | /api/labels/template | GET | Mendapatkan informasi <i>template</i> label |
| | /api/labels/eligible-requests | GET | Mendapatkan permohonan yang <i>eligible</i> untuk label |
| | /api/labels/:requestId | GET | Generate label untuk <i>request</i> tertentu |
| Document Generation | /api/document-generation/permohonan/:id | GET | Mendapatkan data permohonan untuk <i>generate</i> dokumen |
| | /api/document- | GET | Mendapatkan |

| | | | |
|--------|--|-----|--|
| | generation/berita-acara/:id | | data berita acara untuk <i>generate</i> dokumen |
| | /api/document-generation/print-permohonan-pemusnahan | GET | <i>Print</i> dokumen permohonan pemusnahan |
| | /api/document-generation/print-berita-acara-pemusnahan | GET | <i>Print</i> dokumen berita acara pemusnahan |
| | /api/document-generation/permohonan/:id/excel | GET | <i>Generate</i> Excel detail permohonan |
| | /api/document-generation/logbook/excel | GET | <i>Generate</i> Excel <i>logbook</i> (dengan filter tanggal) |
| Config | /api/config/permohonan-pemusnahan-limbah-columns | GET | Mendapatkan konfigurasi kolom permohonan |
| | /api/config/berita-acara-columns | GET | Mendapatkan konfigurasi kolom berita acara |
| | /api/config/status-display- | GET | Mendapatkan <i>properties</i> |

| | properties | | display status |
|-----------------|--|-----|--------------------------------------|
| | /api/config/beri ta-acara- deletable- statuses | GET | Mendapatkan status yang bisa dihapus |
| Health & System | / | GET | <i>Root endpoint</i> |
| | /health | GET | <i>Health check endpoint</i> |

5.1.3. Konfigurasi Koneksi Basis Data

Sistem ini menggunakan PostgreSQL sebagai media penyimpanan data. Untuk menghubungkan aplikasi dengan basis data, digunakan *library* Sequelize ORM. Konfigurasi dilakukan dengan memuat variabel lingkungan (*environment variables*) untuk membedakan pengaturan antara tahap pengembangan (*development*), pengujian (*test*), dan produksi (*production*). Selain itu, pengaturan waktu (*timezone*) di-set “UTC+7” untuk memastikan seluruh pencatatan waktu sesuai dengan Waktu Indonesia Barat (WIB).

```

BEGIN
  LOAD library path DAN dotenv
  READ file .env dari direktori root
  DEFINE konfigurasi (Development, Test,
Production):
    SET use_env_variable = "DATABASE_URL"
    SET dialect = "postgres"
    IF Production THEN
      ENABLE SSL (require: true, rejectUnauthorized:
false)
    END IF
    INIT Sequelize Instance dengan parameter:
  
```

```
URL: process.env.DATABASE_URL
Timezone: "+07:00" (Jakarta)
Logging: False
EXPORT Sequelize Instance
END
```

Kode Sumber 5.1 Pseudocode Konfigurasi Basis Data

5.1.4. Implementasi Middleware Autentikasi

Untuk menjaga keamanan sistem, diterapkan middleware autentikasi menggunakan JSON Web Token (JWT). *Middleware* ini berfungsi untuk memvalidasi setiap permintaan (*request*) yang masuk ke API. Sistem akan memeriksa keberadaan token pada header otorisasi, memverifikasi tanda tangan digital token, serta mengekstrak informasi pengguna utama dan pengguna delegasi (*delegated user*) jika ada, sebelum meneruskan permintaan ke *controller* terkait.

```
FUNCTION authMiddleware (request, response, next)
  GET header "Authorization" dari request
  IF header KOSONG OR TIDAK DIAWALI "Bearer " THEN
    RETURN Response 401 ("Authentication token
required")
  END IF
  EXTRACT token dari header
  TRY
    VERIFY token menggunakan JWT_SECRET
    SET request.user = data user dari token
    IF token memiliki data "delegatedTo" THEN
      SET request.delegatedUser = data delegatedTo
    END IF
    CALL next() (Lanjut ke proses berikutnya)
  CATCH Error
    RETURN Response 401 ("Invalid or expired token")
  END TRY
END FUNCTION
```

Kode Sumber 5.2 Pseudocode Middleware Autentikasi

5.1.5. Implementasi Model Basis Data

Implementasi model basis data menggunakan ORM Sequelize berfungsi untuk memetakan objek JavaScript ke dalam tabel relasional PostgreSQL. Struktur data sistem dibagi menjadi empat kelompok entitas utama untuk mendukung integritas data yang kompleks:

1. Entitas Inti Transaksi
`PermohonanPemusnahanLimbah` bertindak sebagai tabel utama yang menyimpan status, pemohon, dan metadata pengajuan. Model ini berelasi dengan `DetailLimbah` untuk rincian barang yang akan dimusnahkan.
2. Manajemen Master Data
Meliputi `JenisLimbahB3` dan `GolonganLimbah` untuk standarisasi kategori limbah.
3. Manajemen Alur Kerja (*Workflow*)
Sistem memisahkan logika validasi menjadi dua tahap:
 - a. *Approval Workflow*:
Menggunakan model `ApprovalWorkflow`, `ApprovalWorkflowStep`, dan `ApprovalWorkflowApprover` untuk persetujuan berjenjang.
 - b. *Signing Workflow*:
Menggunakan model `SigningWorkflow`, `SigningWorkflowStep`, dan `SigningWorkflowSigner` untuk mengatur urutan penandatanganan digital pada dokumen berita acara.
4. Dokumen dan Audit

‘BeritaAcara’ mencatat hasil akhir pemusnahan, sementara ‘AuditLog’ merekam jejak aktivitas pengguna.

```
BEGIN
  LOAD library fs, path, Sequelize
  IMPORT konfigurasi database
  INIT variabel array db
  // 1. Load All Models
  READ direktori models
  FOR EACH file IN direktori
    IF file adalah .js AND bukan index.js THEN
      DEFINE Model (contoh: ApprovalHistory,
      BeritaAcara, dll)
      SET Columns (id, foreign_keys, attributes,
      timestamps)
      SET Options (tableName, schema config)
      ADD model ke array db
    END IF
  END LOOP
  // 2. Setup Associations (Relasi Antar Tabel)
  FOR EACH modelName IN db
    IF model memiliki method associate THEN
```

```

        CALL model.associate(db)
        // Contoh Relasi:
        // - ApprovalHistory BELONGS TO Permohonan &
Step
        // - BeritaAcara HAS MANY Permohonan &
SigningHistory
        // - AuditLog BELONGS TO Permohonan
        END IF
        END LOOP
        EXPORT db (instance Sequelize + Models)
END

```

Kode Sumber 5.3 Pseudocode Implementasi Model dan Asosiasi

5.1.6. Implementasi Hooks dan Logika Model

Selain definisi skema, implementasi *backend* juga mencakup logika bisnis yang tertanam langsung pada level model (*Model Hooks*). Salah satu implementasi penting adalah otomatisasi pencatatan waktu pengajuan.

Pada model 'PermohonanPemusnahanLimbah', digunakan *hook* 'beforeSave' untuk mendeteksi perubahan status. Jika status berubah menjadi 'InProgress' (diajukan), sistem secara otomatis mengisi kolom 'submitted_at' dengan waktu server saat ini (WIB/Jakarta), memastikan akurasi data waktu pengajuan tanpa bergantung pada input pengguna.

```

DEFINE Hook "beforeSave" pada
PermohonanPemusnahanLimbah
FUNCTION (instance, options)
TRY
    IF ada perubahan pada field 'status' THEN
        GET status_baru dari instance
        IF status_baru == 'InProgress' AND
submitted_at KOSONG THEN
            IMPORT helper jakartaTime

```

```

        SET instance.submitted_at = Waktu Sekarang
(Jakarta)
        END IF
    END IF
    CATCH Error
        LOG Peringatan error pada hook (Non-fatal)
    END TRY
END FUNCTION

```

Kode Sumber 5.4 Pseudocode Implementasi Hooks Model

5.1.7. Implementasi Logika Permohonan dan Persetujuan

Bagian ini menangani siklus hidup utama permohonan pemusnahan limbah, mulai dari pembuatan draf, pengajuan (*submission*), hingga persetujuan berjenjang. Logika ini diimplementasikan pada `permohonanController.js` dan diekspresi melalui `permohonanRoutes.js`.

Pada tahap pembuatan, sistem menggunakan transaksi basis data (*database transaction*) untuk memastikan integritas data antara tabel utama 'PermohonanPemusnahanLimbah' dan tabel rincian 'DetailLimbah'. Saat pengguna melakukan *submit*, sistem akan memvalidasi status draf dan menentukan alur kerja (*workflow*) yang sesuai secara otomatis.

```

FUNCTION createPermohonan (data, user)
BEGIN TRANSACTION
    DETERMINE workflow_id BERDASARKAN (golongan,
jenis_limbah)
        CREATE record Permohonan (Status: 'Draft')
        CREATE record DetailLimbah (Bulk Insert)
        CALCULATE jumlah_item_unik
        LOG audit trail ("ADD_ITEM")
        COMMIT Transaction
    CATCH Error
        ROLLBACK Transaction
    END FUNCTION

```

```

FUNCTION approvePermohonan (request_id, approver)
    CHECK Otorisasi Approver (via API Eksternal / DB)
    IF NOT Authorized THEN RETURN 403
    RECORD ApprovalHistory (Status: 'Approved')
    FIND next_step dalam workflow
    IF next_step ADA THEN
        UPDATE permohonan.current_step = next_step.id
        SET status = 'InProgress'
    ELSE
        SET status = 'Completed'
    END IF
END FUNCTION

```

Kode Sumber 5.5 Pseudocode Logika CRUD dan Approval Permohonan

5.1.8. Implementasi Logika Berita Acara dan Penandatanganan

Fitur ini berfungsi untuk menggabungkan beberapa permohonan yang telah selesai (*Completed*) menjadi satu dokumen Berita Acara Pemusnahan (BAP). Implementasi pada 'beritaAcaraController.js' memastikan bahwa hanya pengguna dengan otoritas khusus (HSE Supervisor/Officer) yang dapat membuat berita acara.

Setelah dibuat, dokumen ini memasuki alur penandatanganan digital (*Signing Workflow*) yang berbeda dengan alur persetujuan permohonan. Sistem memvalidasi tanda tangan berdasarkan peran (misalnya Manager Departemen, APJ, Head of Plant) sesuai konfigurasi pada 'workflowRoutes.js'.

```

FUNCTION createBeritaAcara (input_data,
selected_requests)
    VALIDATE User adalah HSE Supervisor (Dept 'KL')
    GET Request yang status='Completed' DAN belum

```

```

punya Berita Acara
BEGIN TRANSACTION
  DETERMINE Signing Workflow yang sesuai
  CREATE BeritaAcara (Status: 'InProgress')
  LINK selected_requests KE berita_acara_id baru
  SET current_step ke Step Level 2 (First Signing
Step)
  COMMIT
END TRANSACTION
END FUNCTION

FUNCTION signBeritaAcara (event_id, signer)
  CHECK Apakah user berhak tanda tangan di step ini?
  CREATE SigningHistory
  COUNT jumlah tanda tangan yang masuk
  IF jumlah >= required_signatures THEN
    ADVANCE ke step berikutnya
  END IF
END FUNCTION

```

Kode Sumber 5.6 Pseudocode Logika Berita Acara

5.1.9. Implementasi Manajemen Alur Kerja Dinamis

Sistem menggunakan logika dinamis untuk menentukan jalur persetujuan yang tepat berdasarkan karakteristik limbah. Implementasi pada 'workflowController.js' memeriksa kategori Golongan Limbah (seperti "Prekursor", "Recall", atau "OOT") untuk mengarahkan permohonan ke departemen yang relevan (misalnya APJ PN, APJ QA, atau PJKPO).

```

FUNCTION determineApprovalWorkflow (kategori,
produk_pangan)
  IF kategori CONTAINS "Recall" AND "Prekursor" THEN
    RETURN Workflow ID 4 (Recall & Prekursor)
  ELSE IF kategori CONTAINS "Recall" THEN
    IF produk_pangan IS TRUE THEN
      RETURN Workflow ID 5 (Recall Pangan - butuh

```

```

PJKPO)
    ELSE
        RETURN Workflow ID 2 (Recall Standard)
    END IF
    ELSE IF kategori CONTAINS "Prekursor" OR "OOT"
THEN
    RETURN Workflow ID 1 (Prekursor)
ELSE
    RETURN Workflow ID 3 (Standard)
END IF
END FUNCTION

```

Kode Sumber 5.7 Pseudocode Penentuan Workflow

5.1.10. Implementasi Pembuatan Dokumen dan Routing

Untuk mendukung kebutuhan administrasi fisik, sistem mengimplementasikan pembuatan dokumen PDF dan Excel melalui `documentGenerationController.js` dan `printController.js`. Fitur ini mencakup pembuatan label limbah, cetak permohonan, dan ekspor *logbook*.

Seluruh logika di atas dihubungkan melalui Routes menggunakan Express Router. Setiap endpoint dilindungi oleh `authMiddleware` untuk memastikan keamanan akses.

```

INIT Express Router
APPLY authMiddleware ke seluruh route
// Group: Permohonan
ROUTE GET /api/permohonan -> getAllPermohonan
ROUTE POST /api/permohonan -> createPermohonan
ROUTE POST /api/permohonan/:id/approve ->
    approvePermohonan
// Group: Berita Acara
ROUTE POST /api/berita-acara/generate ->
    createBeritaAcara
ROUTE POST /api/berita-acara/:id/approve ->
    signBeritaAcara

```

```
// Group: Dokumen
ROUTE GET /api/print-permohonan ->
PrintController.pdf
ROUTE GET /api/document/logbook/excel ->
generateLogbookExcel
EXPORT Router
```

Kode Sumber 5.8 Pseudocode Struktur Routing Sistem

5.1.11. Implementasi Utilitas dan Helper

Untuk mendukung konsistensi data dan standarisasi format, sistem mengimplementasikan fungsi utilitas khusus. Salah satu utilitas krusial adalah `jakartaTime.js`, yang memaksa seluruh penanda waktu (*timestamp*) menggunakan zona waktu Jakarta (UTC+7). Hal ini penting untuk memastikan pencatatan waktu audit dan pembuatan dokumen sesuai dengan waktu operasional perusahaan, terlepas dari konfigurasi waktu server.

Selain itu, terdapat `nomorPermohonanGenerator.js` yang menangani pembuatan nomor unik surat permohonan dengan format standar AAAAA/KL-PL/[P/C]/BB/CC. Logika ini dijalankan dalam transaksi basis data untuk mencegah duplikasi nomor saat terjadi pengajuan bersamaan (*race condition*).

```
FUNCTION generateNomorPermohonan (bentuk_limbah,
transaction)
    GET Waktu Sekarang (Jakarta Time)
    SET Kode = 'P' (Padat) OR 'C' (Cair)
    QUERY Permohonan terakhir di tahun berjalan
    IF Permohonan ditemukan THEN
        INCREMENT nomor urut terakhir
    ELSE
        SET nomor urut = 1
    END IF
```

```

FORMAT String: "Urut/KL-PL/Kode/Bulan/Tahun"
RETURN String
END FUNCTION

FUNCTION nowJakarta()
    GET Server Date
    CONVERT to UTC+7 Offset
    RETURN ISO String dengan timezone "+07:00"
END FUNCTION

```

Kode Sumber 5.9 Pseudocode Utilitas Sistem

5.1.12. Implementasi Entry Point Server

Berkas `index.js` berfungsi sebagai titik masuk utama (*entry point*) aplikasi. Pada tahap ini, seluruh komponen sistem diinisialisasi. Server Express.js dikonfigurasi untuk menerima permintaan JSON, mengaktifkan CORS (*Cross-Origin Resource Sharing*) agar dapat diakses oleh *frontend*, dan menghubungkan seluruh route yang telah didefinisikan sebelumnya.

Server juga melakukan koneksi awal ke basis data menggunakan Sequelize sebelum mulai mendengarkan (*listen*) permintaan pada port yang ditentukan.

```

FUNCTION startServer()
TRY
    CONNECT Database (sequelize.authenticate)
    LOG "Database connection established"
    INIT Express App
    USE Middleware (CORS, JSON, URL Encoded)
    REGISTER Routes:
        - /api/auth -> authRoutes
        - /api/permohonan -> permohonanRoutes
        - /api/berita-acara -> beritaAcaraRoutes
        - /api/workflows -> workflowRoutes
        - /api/document-generation ->
documentGenerationRoutes
        - ... (dan route lainnya)

```

```
START Listen pada PORT (default: 3000)
CATCH Error
    LOG "Failed to start server"
    EXIT Process
END TRY
END FUNCTION
```

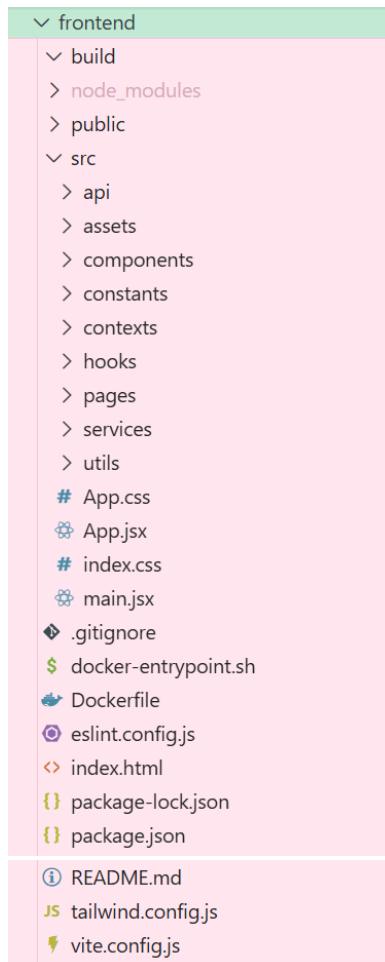
Kode Sumber 5.10 Pseudocode Server Entry Point

5.2. Implementasi Frontend

Implementasi *frontend* dibangun menggunakan React JS, yang berfokus pada interaktivitas pengguna dan visualisasi data. Berikut adalah detail implementasi komponen utama *frontend*.

5.2.1. Struktur Kerangka Kode Sumber

Bagian ini menjelaskan organisasi direktori dan file dalam proyek *frontend*, yang meliputi pengelolaan halaman, komponen antarmuka, layanan API, utilitas, dan konfigurasi aplikasi. Struktur lengkap ditunjukkan pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Struktur Kerangka Kode Sumber Frontend

5.2.2. Implementasi Layer Layanan dan Konfigurasi

Layer layanan berfungsi sebagai jembatan antara aplikasi *frontend* dan server *backend*. Modul `services/api.js` mengelola konfigurasi Axios,

termasuk *interceptors* untuk menyematkan token autentikasi pada setiap request dan menangani respon error 401 (*Unauthorized*) secara otomatis.

Manajemen *state* global diimplementasikan menggunakan Context API. 'AuthContext.jsx' menangani sesi pengguna, login, dan fitur delegasi wewenang, sementara 'ConfigContext.jsx' menyediakan konfigurasi dinamis aplikasi.

```
INIT Axios Instance (baseURL: API_URL)
// Request Interceptor
ON Request:
    GET Token dari Session/LocalStorage
    IF Token ADA THEN
        SET Header Authorization = "Bearer Token"
    END IF
    RETURN Config
// Response Interceptor
ON Response Error:
    IF Status == 401 THEN
        CLEAR Session & LocalStorage
        DISPATCH Event 'auth:logout'
    END IF
    RETURN Reject Error
EXPORT dataAPI Methods (get, post, put, delete,
etc.)
```

Kode Sumber 5.11 Pseudocode Service Layer

5.2.3. Implementasi Komponen Tabel dan Formulir

Komponen tabel data ('DataTable.jsx' dan 'BeritaAcaraDataTable.jsx') dirancang untuk menampilkan data dalam jumlah besar dengan fitur pencarian, filter, dan paginasi. Komponen ini secara dinamis merender tombol aksi (seperti *Approve*, *Reject*, atau *Edit*) berdasarkan status dokumen dan peran pengguna yang sedang login.

Formulir input seperti 'FormAjuanPemusnahan.jsx' menangani validasi input pengguna, perhitungan otomatis (seperti total bobot), dan pengelolaan tabel dinamis untuk lampiran rincian limbah.

```
COMPONENT DataTable (props)
  STATE data, loading, filters, pagination
  EFFECT LoadData:
    CALL API.getRequests(page, filters)
    SET data = response.data
    SET pagination = response.pagination
  RENDER:
    IF loading THEN Show Spinner
    ELSE Show Table Rows:
      FOR EACH item IN data:
        DISPLAY Columns (No, Tanggal, Status, dll)
        DISPLAY Actions (View, Approve*, Reject*)
        *Hanya jika user berwenang & status sesuai
  END COMPONENT
```

Kode Sumber 5.12 Pseudocode Komponen Tabel Data

5.2.4. Implementasi Visualisasi Alur Kerja (Workflow)

Salah satu fitur kunci *frontend* adalah visualisasi status persetujuan yang kompleks. Komponen 'WorkflowSteps.jsx' dan 'SigningWorkflowSteps.jsx' merender diagram alur yang menunjukkan tahapan saat ini, siapa yang telah menyetujui, dan siapa penanggung jawab selanjutnya.

Logika visualisasi ini menangani kasus persetujuan paralel (misalnya persetujuan simultan oleh APJ PN dan APJ QA) serta menampilkan status delegasi (misalnya "Budi a.n. Ani") dengan jelas.

```
COMPONENT WorkflowSteps (requestData)
  PROCESS steps:
```

```

        SORT steps by level
        GROUP parallel steps (same level)
        RENDER:
        FOR EACH stepGroup:
            IF parallel THEN
                RENDER Multiple Nodes Side-by-Side
            ELSE
                RENDER Single Node
            END IF
            DISPLAY Status Icon (Check/Clock)
            DISPLAY Actor Name (Handle "a.n." logic)
            DISPLAY Timestamp (if completed)
        END COMPONENT
    
```

Kode Sumber 5.13 Pseudocode Visualisasi Workflow

5.2.5. Implementasi Fitur Cetak dan Dokumen

Aplikasi menyediakan fitur untuk mencetak dokumen dalam format yang sesuai standar perusahaan. Halaman 'PrintPermohonan.jsx' dan 'PrintBeritaAcara.jsx' menggunakan tata letak khusus yang menghilangkan elemen navigasi (header/sidebar) dan memformat konten agar pas pada kertas A4.

Selain itu, terdapat fitur 'DownloadLabelModal.jsx' yang memungkinkan pengguna mengunduh label limbah dalam berbagai ukuran. Fitur ini menggunakan Canvas API untuk menggambar label secara dinamis di sisi klien sebelum dikonversi menjadi gambar PNG.

```

COMPONENT DownloadLabelModal (requestData)

FUNCTION drawLabel(canvas, data)
    GET Context 2D
    DRAW Border & Header (Logo Perusahaan)
    DRAW Warning Box (Yellow Background, Red Text)
    DRAW Waste Details (Nama, Kode, Bobot)
    
```

```
DRAW Footer (Nomor Wadah)

FUNCTION handleDownload()
  CREATE off-screen canvas
  CALL drawLabel()
  CONVERT canvas to Blob (PNG)
  TRIGGER browser download
END COMPONENT
```

Kode Sumber 5.14 Pseudocode Fitur Download Label

5.2.6. Implementasi Halaman Utama dan Navigasi

Struktur navigasi diatur oleh layout utama 'MainLayout.jsx', yang berfungsi sebagai kerangka tampilan tetap (*fixed frame*) untuk seluruh halaman. Layout ini mengelola komponen seperti *header*, *sidebar*, dan konten utama, sehingga perpindahan antar halaman terasa mulus tanpa memuat ulang seluruh aplikasi.

Navigasi diimplementasikan menggunakan *client-side routing* sehingga seluruh transisi halaman dilakukan pada sisi klien. Hal ini mendukung konsep *Single Page Application* (SPA), dimana React mengelola penggantian konten berdasarkan rute yang diakses pengguna. *Sidebar* menampilkan menu sesuai hak akses pengguna yang sedang login.

5.2.7. Implementasi Antarmuka Pengguna

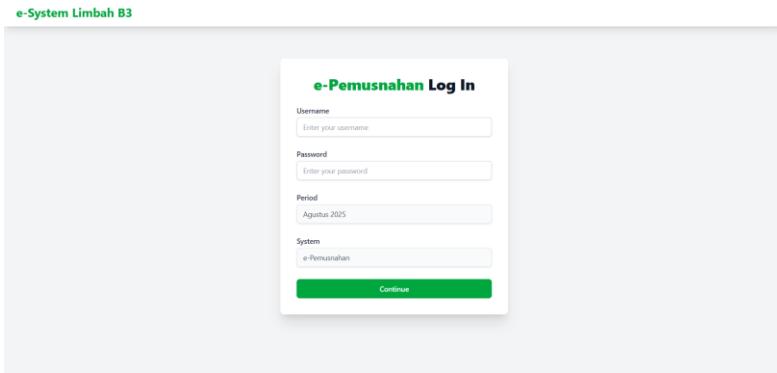
Implementasi antarmuka pengguna difokuskan pada penyajian tampilan yang mudah digunakan, konsisten, dan sesuai kebutuhan bisnis pemusnahan limbah B3. Setiap halaman dirancang berdasarkan prinsip *usability*, *readability*, dan *consistency* untuk mempermudah seluruh aktor dalam menjalankan tugasnya.

Antarmuka dibuat dengan pendekatan modular berbasis komponen. Setiap halaman terdiri atas

gabungan komponen seperti tabel data, formulir input, *badge* status, tombol aksi, *modal dialog*, dan elemen visual *workflow*. Halaman-halaman utama yang diimplementasikan meliputi:

1. Halaman Login

Halaman ini menyediakan autentikasi pengguna secara aman menggunakan token.

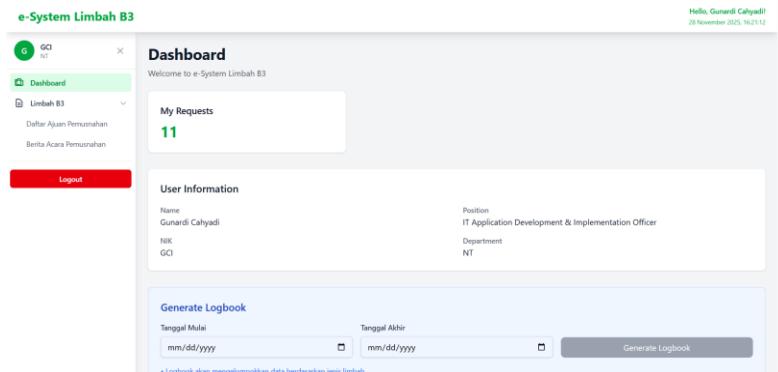


The image shows a screenshot of a web-based login interface. At the top, a green header bar displays the text "e-System Limbah B3". Below this, the main content area has a light gray background. In the center, there is a white rectangular form titled "e-Pemusnahan Log In" in bold green text. The form contains four input fields: "Username" with a placeholder "Enter your username", "Password" with a placeholder "Enter your password", "Period" with a placeholder "Agustus 2025", and "System" with a placeholder "e-Pemusnahan". At the bottom of the form is a green rectangular button with the word "Continue" in white text. The overall design is clean and modern, using a color scheme of green, white, and light gray.

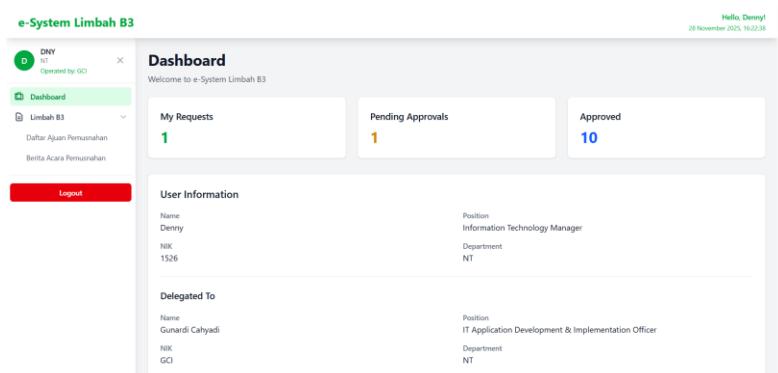
Gambar 5.3 Tampilan Halaman Login

2. Halaman Dashboard

Halaman ini menampilkan ringkasan informasi yang relevan sesuai peran pengguna di sistem.



Gambar 5.4 Tampilan Halaman Dashboard Pelaksana Pemohon (Tanpa Delegasi)



Gambar 5.5 Tampilan Halaman Dashboard Manager Pemohon (Delegasi)

3. Halaman Daftar Ajuan Pemusnahan

Halaman ini menampilkan daftar seluruh ajuan pemusnahan dengan fitur pencarian, filter, dan navigasi aksi.

e-System Limbah B3

Limbah B3 > Daftar Ajuan Pemusnahan

Daftar Ajuan Pemusnahan

Daftar ajuan pemusnahan yang telah Anda buat.

+ Tambah Ajuan

Logout

Search across all columns... - All Columns -

TGL PENGAJUAN NO. PERMOHONAN GOLONGAN JENIS STATUS ACTIONS

| | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 23/11/2025 | 00013/XL-PL/9/11/25 | Limbah mikrobiologi | Produk jadi | Waiting Verifikasi Lepangan | [View](#) |
| 09/11/2025 | DRAFT-13 | Recall | Bahan Baku | Waiting Manager Approval | [View](#) |
| 09/11/2025 | 00010/XL-PL/C/11/25 | Probiotik | Produk setengah jadi | Rejected | [View](#) |
| 05/11/2025 | 00008/XL-PL/C/11/25 | Non Betakarbo | Minyak Pelumas/Oli bekas | Completed | [View](#) |
| 05/11/2025 | 00007/XL-PL/9/11/25 | Non Betakarbo | Lampu TL | Completed | [View](#) |
| 10/10/2025 | 00005/XL-PL/9/10/25 | Lain-lain | Eletronik | Completed | [View](#) |
| 09/10/2025 | 00004/XL-PL/9/10/25 | Recall | Bahan Baku | Completed | [View](#) |

Gambar 5.6 Tampilan Halaman Daftar Ajuan Pemusnahan Pelaksana Pemohon (Tanpa Delegasi)

e-System Limbah B3

Limbah B3 > Daftar Ajuan Pemusnahan

Daftar Ajuan Pemusnahan

Daftar ajuan pemusnahan yang menunggu persetujuan Anda.

My Requests Pending Approvals Approved

Search across all columns... - All Columns -

TGL PENGAJUAN NO. PERMOHONAN PEMOHON GOLONGAN JENIS STATUS ACTIONS

| | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 09/11/2025 | DRAFT-13 | Gunardi Cahyadi | Recall | Bahan Baku | Waiting Manager Approval | [View](#) [Approve](#) [Reject](#) |

Gambar 5.7 Tampilan Halaman Daftar Ajuan Pemusnahan Manager Pemohon (Delegasi)

4. Halaman Form Ajuan Pemusnahan

Halaman ini digunakan oleh pelaksana pemohon untuk menginput data limbah B3 beserta informasi pendukung lainnya.

e-System Limbah B3

Limbah B3 > Daftar Ajuan Pemusnahan > Tambah Ajuan

Tambah Ajuan Pemusnahan

Form untuk menambah ajuan pemusnahan.

Padat Cair

| | | |
|----------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Bagian | Tanggal Pengajuan | No. Permohonan |
| NT | 28/11/2023 | Generated as request ID after save |
| Jumlah Item | Jumlah Wadah | Bobot Total (gram) |
| Auto-calculated from items | Auto-calculated from items | Auto-calculated from items |
| Golongan Limbah | Jenis Limbah | |
| - Pilih Golongan - | - Pilih Jenis - | |

Lampiran

| NO | NO. DOKUMEN | JENIS LIMBAH | KODE LIMBAH | NAMA LIMBAH | NO. SETKNO. ANALISA | JUMLAH BARANG | SATUAN | NO. WADAH | BOBOT (GRAM) | ALASAN PEMUSNAHAN | |
|----|-------------------------------|--------------|-------------|-------------|---------------------|---------------|--------|-----------|--------------|-------------------|-------------------|
| 1 | No. Dokum : G | Jenis Limbah | Kode Limbah | Nama Limbah | No. Bets | Jumlah Bar | Satuan | No. Wadah | Bobot | Aasan | X |

Gambar 5.8 Tampilan Halaman Form Ajuan Pemusnahan

5. Halaman Detail Ajuan Pemusnahan

Halaman ini menampilkan informasi lengkap dari satu ajuan, termasuk status persetujuan dan log aktivitas.

e-System Limbah B3

Limbah B3 > Detail Ajuan Pemusnahan

Detail Ajuan Pemusnahan

Detail informasi ajuan pemusnahan limbah B3.

No. Permohonan : 00003/KL-PL/C/10/25

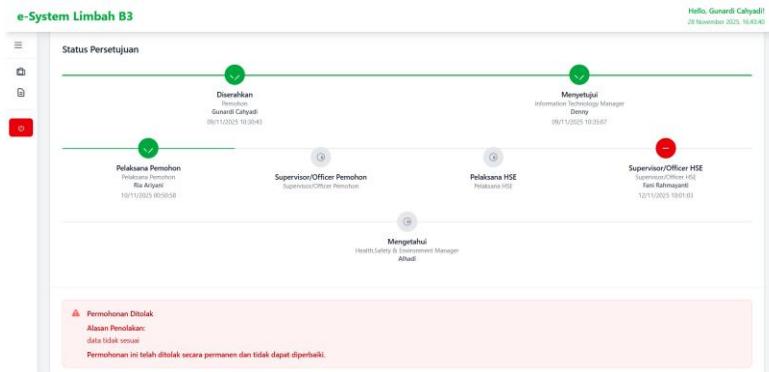
Status : Completed

Status Persetujuan

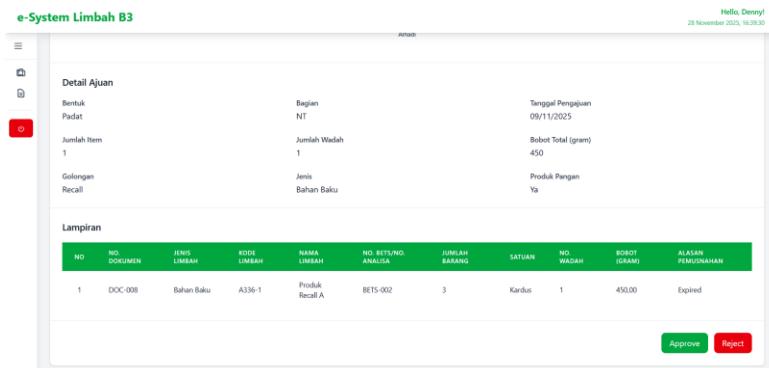
| | | | |
|--|--|---|--|
| Diterimakan Administrator Gunardi Cahyadi 09/10/2025 13:49:35 | Menyetujui Information Management Denny 09/10/2025 13:49:48 | Menyetujui Rommalo Saroso 09/10/2025 13:50:05 | Menyetujui Paulina Polyn 09/10/2025 13:50:29 |
| Pelaksana Pemohon Ria Ariyani 09/10/2025 13:51:14 | Supervisor/Officer Pemohon Gurawati 09/10/2025 13:51:23 | Pelaksana HSE Muhammad Andian Nasirul 09/10/2025 13:51:37 | Supervisor/Officer HSE Fandi Rahmatullah 09/10/2025 13:51:48 |

Mengerti
Health, Safety & Environment Manager
Aftabi

Gambar 5.9 Tampilan Halaman Detail Ajuan Pemusnahan dengan Status Completed



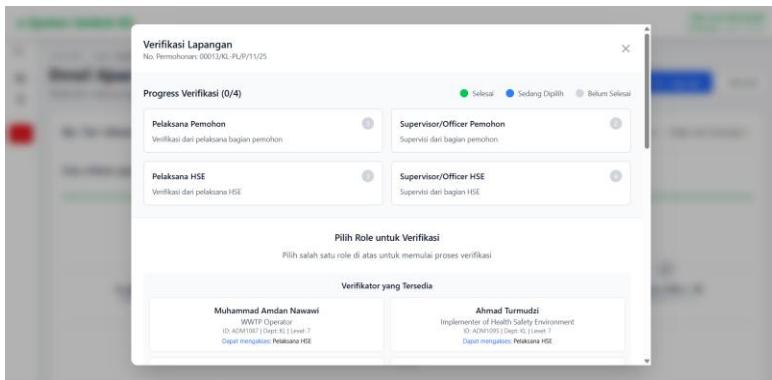
Gambar 5.10 Tampilan Halaman Detail Ajuan Pemusnahan dengan Status Rejected



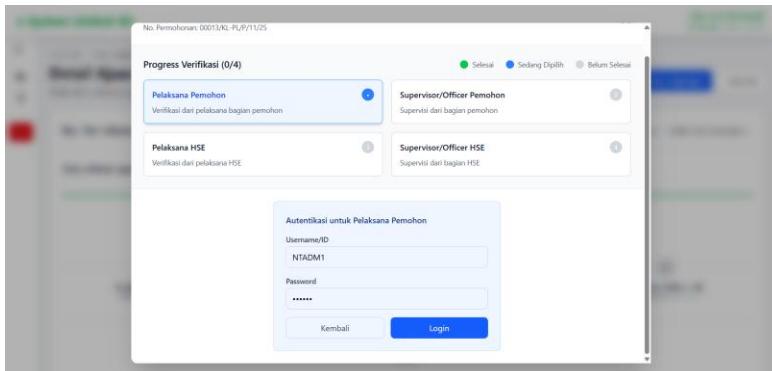
Gambar 5.11 Tampilan Halaman Detail Ajuan Pemusnahan dengan Tombol Aksi

6. Modal Verifikasi Lapangan

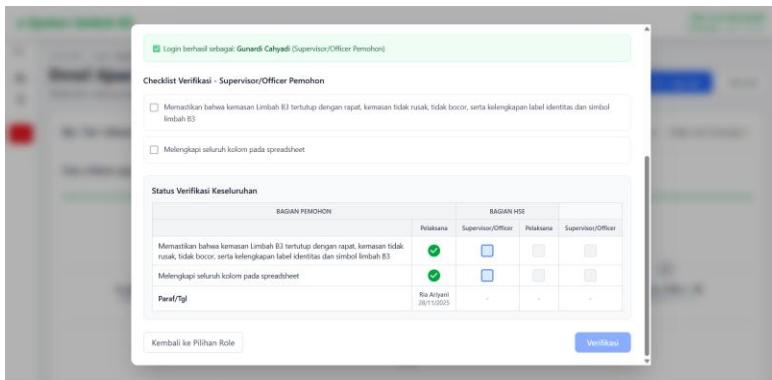
Fitur ini memungkinkan verifikator lapangan mengisi hasil pengecekan fisik limbah melalui formulir verifikasi yang tersimpan otomatis di sistem.



Gambar 5.12 Tampilan Awal Modal Verifikasi Lapangan



Gambar 5.13 Tampilan Autentikasi Modal Verifikasi Lapangan



Gambar 5.14 Tampilan Checklist dan Status Verifikasi pada Modal Verifikasi Lapangan

7. Modal Download Label

Fitur ini menyediakan unduhan label identitas limbah dalam format PNG dengan ukuran dan tampilan standar perusahaan.



Gambar 5.15 Tampilan Modal Download Label

8. Halaman Daftar Berita Acara Pemusnahan

Halaman ini menampilkan daftar seluruh BAP yang telah dibuat dengan fitur pencarian, filter, dan navigasi aksi.

Gambar 5.16 Tampilan Halaman Daftar Berita Acara Pemusnahan

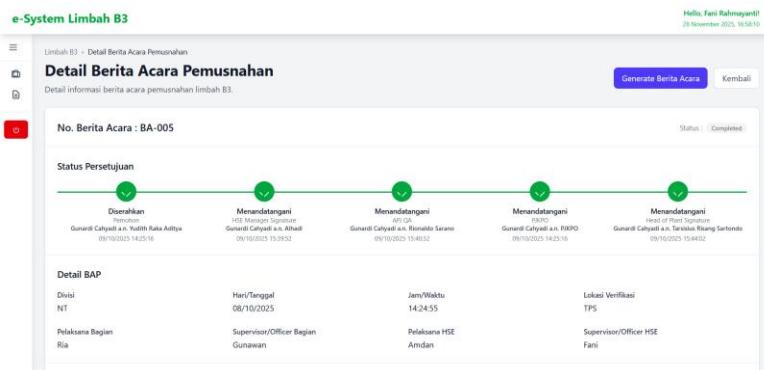
9. Halaman Form Berita Acara Pemusnahan

Halaman ini digunakan oleh officer/supervisor HSE untuk membuat BAP setelah proses pemusnahan selesai.

Gambar 5.17 Tampilan Halaman Form Berita Acara Pemusnahan

10. Halaman Detail Berita Acara Pemusnahan

Halaman ini menampilkan informasi lengkap suatu BAP, termasuk status persetujuan dan log aktivitas.



Limbah B3 > Detail Berita Acara Pemusnahan

Detail Berita Acara Pemusnahan

Detail informasi berita acara pemusnahan limbah B3.

No. Berita Acara : BA-005

Status : Completed

Status Persetujuan

| Diserahkan | Menandatangani | Menandatangani | Menandatangani | Menandatangani |
|--|--|---|--|---|
| Gunardi Cahyadi A. Nithia Raka Aditya 09/10/2025 14:25:16 | HSE Manager Signatur Gunardi Cahyadi A. Nithia 09/10/2025 13:37:02 | AFT OA Gunardi Cahyadi A. Nithia Sarana 09/10/2025 15:40:32 | EPMO Gunardi Cahyadi A. Nithia 09/10/2025 14:25:16 | Head of Plant Signatur Gunardi Cahyadi A. Nithia, Tersisa Buang Saranda 09/10/2025 13:40:02 |

Detail BAP

| Divisi | Hari/Tanggal | Jml/Waktu | Lokasi Verifikasi |
|----------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| NT | 08/10/2025 | 14:24:55 | TPS |
| Pelaksana Bagian Ria | Supervisor/Officer Bagian Gunawan | Pelaksana HSE Amidan | Supervisor/Officer HSE Fari |

Gambar 5.18 Tampilan Halaman Detail Berita Acara Pemusnahan dengan Status Completed

11. Print Out Form Permohonan Pemusnahan

Sistem menyediakan fitur untuk menghasilkan dokumen form permohonan pemusnahan yang memuat data ajuan dan riwayat persetujuan sesuai format resmi perusahaan. Dokumen ditampilkan dalam layout A4 dan siap dicetak.

| | | | | | | | |
|---|--|--|--|-------------------|------------|--------------------|---------------------|
|  | | Permohonan Pemusnahan Limbah B3 | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Padat <input type="checkbox"/> Cair | | Bagian | NT | Tanggal Pengajuan | 08/10/2025 | Nomor Permohonan | 00001/KL-PL/P/10/25 |
| Jumlah item barang | | 1 | Jumlah kemasan (maks. Bobot per kemasan 20 kg) | | 1 | Bobot Total (gram) | |
| 1500 | | | | | | | |

Mengajukan permohonan pemusnahan untuk Limbah B3 berupa:

Golongan Limbah

Recall

Jenis Limbah B3

A106d Sisa destruksi

Mohon di cek kelengkapan yang harus ada saat verifikasi dan beri checklist (✓), sebagai berikut:

| Aktivitas sebelum verifikasi/perusakan | Bagian Pemohon | | Bagian HSE | |
|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | Pelaksana | Supervisor/Officer | Pelaksana | Supervisor/Officer |
| Menastikan bahwa kemasan Limbah B3 tertutup dengan rapat, kemasan tidak rusak, tidak bocor, serta kelengkapan label identitas dan simbol limbah B3 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Melengkapi seluruh kolom pada spreadsheet | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Paraf/Tgl | RAI 08/10/2025 22:58:42 | GWN 08/10/2025 22:59:18 | MAN 08/10/2025 22:59:00 | FRI 08/10/2025 22:59:26 |

Alasan Reject

N/A

| Yang Menyerahkan | Menyetujui | Mengetahui |
|--|---|--|
| Paraf/Tgl GCI a.n. DNY 08/10/2025 22:56:33 | Paraf/Tgl GCI a.n. RSO 08/10/2025 22:57:14 GCI a.n. PJKPO 08/10/2025 22:56:57 | Paraf/Tgl GCI a.n. AHI 08/10/2025 22:59:53 |
| NT Manager | APJ QA / APJ PN / PJKPO* | HSE Manager |

- (*) Coret yang tidak perlu
- APJ QA : Khusus untuk limbah B3 Produk recall
- APJ PN : Khusus untuk limbah B3 Produk Prekursor/ OOT
- PJKPO : Penanggung Jawab Keamanan Pangan Olahan

Gambar 5.19 Print Out Form Permohonan

12. Print Out Berita Acara Pemusnahan

Sistem menyediakan fitur untuk menghasilkan dokumen BAP yang memuat data pelaksanaan pemusnahan serta informasi penandatanganan sesuai format resmi perusahaan.

Dokumen ditampilkan dalam layout A4 dan siap dicetak.

| | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|--|
|  | BERITA ACARA PEMUSNAHAN LIMBAH B3 | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|--|

Telah dilakukan proses verifikasi dan atau perusakan limbah B3 (terlampir form permohonan pemusnahan dan lampiran limbah B3) yang dilaksanakan pada:

| Divisi | NT | Hari/Tanggal | Kamis, 9 Oktober 2025 | Jam/Waktu | 15.44 | Lokasi Verifikasi | TPS |
|---------------------------|---------|--------------|-----------------------|------------------------|-------|-------------------|-----|
| Pelaksana Bagian | Ria | | | Pelaksana HSE | | Amdan | |
| Supervisor/Officer Bagian | Gunawan | | | Supervisor/Officer HSE | | Fani | |

Proses verifikasi, perusakan/pemusnahan dilakukan terhadap limbah B3 dengan rincian

| Nomor Permohonan | Bentuk Limbah | Golongan Limbah | Jenis Limbah | Jumlah Item Limbah | Bobot total (Gram/Pcs) | Alasan Pemusnahan |
|---------------------|---------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------|------------------------|-------------------|
| 00001/KL-PL/P/10/25 | Padat | Recall (812011015253600060013) | A106d Sisa destruksi | 1 | 1500 | Sisa Analisa |

| Dibuat oleh | | Disetujui oleh | | | |
|---|---|---|--|--|------------|
| Paraf/Tgl | Paraf/Tgl | Paraf/Tgl | Paraf/Tgl | Paraf/Tgl | Paraf/Tgl |
| GCI a.n. YRA 09/10/2025 14:25:16 HSE Supervisor/Officer | GCI a.n. AHI 09/10/2025 15:39:52 HSE Manager | GCI a.n. RSO 09/10/2025 15:40:32 APJ QA / PJKPO* | GCI a.n. PJKPO 09/10/2025 15:40:13 | GCI a.n. TRS 09/10/2025 15:44:02 Head of Plant* | BBOM/BPOM* |

- Head of Plant, BBPOM/ BPOM : Khusus untuk limbah B3 Produk recall dan Produk Prekursor/ Golongan OOT
- APJ QA : Khusus untuk limbah B3 Produk recall
- APJ PN : Khusus untuk limbah B3 Produk Prekursor/ Golongan OOT
- PJKPO : Penanggung Jawab Keamanan Pangan Olahan

Gambar 5.20 Print Out Berita Acara Pemusnahan

BAB VI

PENGUJIAN DAN EVALUASI

Bab ini menjelaskan proses pengujian terhadap sistem pengelolaan pemusnahan limbah B3 untuk memastikan bahwa seluruh fungsi berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah dianalisis dan dirancang pada bab sebelumnya.

6.1. Tujuan Pengujian

Tujuan pengujian adalah memastikan bahwa sistem pengelolaan pemusnahan limbah B3 berfungsi sesuai kebutuhan yang telah ditetapkan, baik dari sisi fungsional maupun non-fungsional. Pengujian ini dilakukan untuk memverifikasi bahwa setiap fitur berjalan dengan benar, alur proses mengikuti prosedur operasional perusahaan, data tersimpan dan ditampilkan secara akurat, serta sistem mampu menangani interaksi pengguna secara konsisten.

6.2. Kriteria Pengujian

Penilaian atas pencapaian tujuan pengujian dilakukan dengan memperhatikan beberapa hasil yang diharapkan berikut:

- a. Kemampuan sistem untuk memfasilitasi alur pemusnahan limbah B3 mulai dari pengajuan, verifikasi, persetujuan berjenjang, hingga pembuatan laporan final.
- b. Kemampuan sistem dalam menjaga akurasi dan integritas data, termasuk validasi input, pencegahan duplikasi, dan pembatasan penghapusan data yang digunakan oleh entitas lain.
- c. Kemampuan sistem menegakkan keamanan akses, termasuk autentikasi, otorisasi per peran, dan pencatatan aktivitas (*audit trail*).

- d. Kemampuan antarmuka sistem untuk bekerja responsif, mudah digunakan, dan dapat berjalan pada berbagai perangkat maupun browser.

6.3. Skenario Pengujian

Skenario pengujian dilakukan dengan menyimulasikan peran setiap aktor dalam menjalankan fitur-fitur pada sistem pengelolaan pemusnahan limbah B3. Langkah-langkah pengujian untuk kebutuhan fungsionalitas adalah sebagai berikut:

1. Penguji melakukan login menggunakan kredensial masing-masing aktor untuk memastikan bahwa hak akses dan pembatasan fitur berjalan sesuai peran pengguna.
2. Pelaksana pemohon mengisi form permohonan pemusnahan limbah B3, kemudian sistem melakukan validasi terhadap kelengkapan dan kebenaran data.
3. Manager pemohon, APJ, dan manager HSE melakukan persetujuan atau penolakan terhadap permohonan pemusnahan secara berjenjang sesuai alur yang telah ditetapkan.
4. Pelaksana pemohon mencetak label identitas limbah sesuai data permohonan yang telah diajukan.
5. Verifikator lapangan (pelaksana pemohon, officer/supervisor pemohon, pelaksana HSE, dan officer/supervisor HSE) melakukan pengecekan dan verifikasi kesesuaian antara data permohonan dengan kondisi fisik limbah yang diserahkan.
6. Officer/supervisor HSE membuat Berita Acara Pemusnahan (BAP) setelah proses pemusnahan selesai, kemudian sistem melakukan validasi terhadap kelengkapan dan kebenaran data.

7. Manager HSE, APJ, manager pemohon, dan Head of Plant melakukan persetujuan terhadap Berita Acara Pemusnahan (BAP) secara berjenjang sesuai alur yang telah ditetapkan.
8. Setiap aktor mengunduh form ajuan pemusnahan dan Berita Acara Pemusnahan (BAP) setelah seluruh tahap persetujuan selesai.
9. Sistem mencatat seluruh aktivitas ke dalam *audit trail*, termasuk waktu akses, identitas pengguna, jenis aksi yang dilakukan, serta perubahan data yang terjadi.

6.4. Evaluasi Pengujian

Hasil pengujian dilakukan terhadap perilaku sistem aplikasi berdasarkan skenario di atas. Tabel 6.1 dan 6.2 memetakan hasil evaluasi terhadap kebutuhan fungsional dan non-fungsional.

Tabel 6.1 Hasil Evaluasi Pengujian Kebutuhan Fungsional

| Kode Kebutuhan | Hasil Pengujian | Detail Pengujian |
|----------------|-----------------|--|
| F-001 | Terpenuhi | Sistem menerima input data limbah B3 dan menolak data yang tidak lengkap atau tidak valid. |
| F-002 | Terpenuhi | Permohonan pemusnahan tersimpan otomatis dengan status awal “Waiting Approval ...”. |
| F-003 | Terpenuhi | Manager Pemohon, Manager HSE, dan APJ dapat melihat daftar permohonan sesuai hak |

| | | |
|-------|-----------|---|
| | | akses masing-masing. |
| F-004 | Terpenuhi | Sistem menampilkan informasi detail permohonan secara lengkap, akurat, dan sesuai data yang telah diinput. |
| F-005 | Terpenuhi | Proses persetujuan berjengang berjalan sesuai alur yang telah ditetapkan dan sistem mencatat hasil persetujuan. |
| F-006 | Terpenuhi | Penolakan dapat dilakukan dengan menambahkan alasan, dan sistem menampilkan alasan tersebut pada log aktivitas. |
| F-007 | Terpenuhi | Status permohonan berubah otomatis sesuai aksi persetujuan atau penolakan pada setiap tahap. |
| F-008 | Terpenuhi | Semua pengguna dapat melihat riwayat permohonan beserta status dan log aktivitas. |
| F-009 | Terpenuhi | Sistem menghasilkan label identitas limbah sesuai data permohonan dan dapat dicetak tanpa |

| | | |
|-------|-----------|--|
| | | kesalahan format. |
| F-010 | Terpenuhi | Verifikasi fisik limbah dapat dilakukan oleh seluruh verifikator lapangan, dan data verifikasi tercatat di sistem. |
| F-011 | Terpenuhi | Form verifikasi dapat diisi dengan checklist dan paraf digital, serta tersimpan tanpa kesalahan. |
| F-012 | Terpenuhi | Semua pengguna dapat mengunduh form permohonan pemusnahan dalam format yang sesuai. |
| F-013 | Terpenuhi | Officer/Supervisor HSE dapat membuat BAP dan sistem memvalidasi kelengkapan data sebelum disimpan. |
| F-014 | Terpenuhi | BAP yang dibuat tersimpan otomatis dengan status awal “Waiting Approval ...”. |
| F-015 | Terpenuhi | Semua pengguna dapat mengunduh BAP yang sudah dibuat dan tersimpan. |
| F-016 | Terpenuhi | Manager HSE, APJ, |

| | | |
|-------|-----------|--|
| | | Manager Pemohon, dan Head of Plant dapat melihat daftar BAP sesuai hak akses. |
| F-017 | Terpenuhi | Sistem menampilkan detail informasi BAP secara lengkap dan sesuai data verifikasi. |
| F-018 | Terpenuhi | Persetujuan BAP berjenjang berjalan sesuai alur yang ditentukan sampai tahap akhir. |
| F-019 | Terpenuhi | Sistem mengubah status BAP secara otomatis berdasarkan hasil persetujuan. |
| F-020 | Terpenuhi | Semua pengguna dapat melihat riwayat BAP beserta status dan log aktivitas. |
| F-021 | Terpenuhi | <i>Audit trail</i> mencatat semua aktivitas (user, aksi, waktu, dan perubahan) tanpa dapat diubah. |
| F-022 | Terpenuhi | Fitur pencarian dan filter menampilkan hasil secara akurat sesuai kata kunci dan kategori filter. |

Tabel 6.2 Hasil Evaluasi Pengujian Kebutuhan Non-Fungsional

| Kode Kebutuhan | Hasil Pengujian | Detail Pengujian |
|----------------|-----------------|--|
| NF-001 | Terpenuhi | Sistem menerapkan autentikasi berbasis <i>single credential</i> dan hak akses sesuai role pengguna. |
| NF-002 | Terpenuhi | Sistem merespons input pengguna dengan cepat dan tetap stabil saat pengujian beban ringan-sedang. |
| NF-003 | Terpenuhi | Aplikasi dapat diakses melalui berbagai browser dan antarmuka mudah dipahami oleh pengguna. |
| NF-004 | Terpenuhi | Setiap perubahan data penting memerlukan prosedur validasi dan sistem mencatatnya dalam <i>audit trail</i> . |
| NF-005 | Terpenuhi | Sistem memvalidasi seluruh input secara konsisten dan memberikan peringatan pada data yang tidak valid. |
| NF-006 | Terpenuhi | Integrasi API dapat berjalan untuk pertukaran data dan sistem memberi respons sesuai format yang ditentukan. |

| | | |
|--------|-----------|---|
| NF-007 | Terpenuhi | Penerapan prinsip ALCOA++ terlihat pada data yang akurat, terlacak, lengkap, dan tidak dapat dimodifikasi secara tidak sah. |
| NF-008 | Terpenuhi | <i>Audit trail</i> tidak dapat diedit, tersimpan aman, dan dapat ditinjau oleh pihak independen untuk keperluan audit. |

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem informasi pengelolaan pemusnahan limbah B3 pada kegiatan kerja praktik di PT. LAPI Laboratories, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Sistem informasi pengelolaan pemusnahan limbah B3 berhasil dirancang dan dibangun sebagai sistem berbasis web yang terstruktur dan terintegrasi, sehingga mampu mendukung seluruh proses bisnis PT. LAPI Laboratories, mulai dari pengajuan, verifikasi lapangan, persetujuan berjenjang, pelaksanaan pemusnahan, hingga pembuatan Berita Acara Pemusnahan (BAP).
- b. Arsitektur sistem yang diterapkan terbukti mampu mengelola alur kerja operasional secara sistematis, mengurangi potensi kesalahan manual, serta meningkatkan efisiensi, kecepatan proses, dan kualitas dokumentasi data sesuai dengan kebutuhan operasional dan spesifikasi dalam URS.
- c. Mekanisme *audit trail* dan kontrol akses berhasil diimplementasikan sehingga seluruh aktivitas pengguna tercatat secara otomatis, lengkap, dan dapat ditelusuri, yang berdampak langsung pada peningkatan keamanan data, akuntabilitas sistem, dan kemudahan proses pengawasan.
- d. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem telah terpenuhi, sehingga sistem dapat digunakan sebagai alat bantu yang andal bagi unit pemohon, HSE, APJ, serta pihak manajemen dalam pengelolaan pemusnahan limbah B3.

- e. Sistem menyediakan antarmuka yang mudah digunakan serta dilengkapi fitur pencarian dan penyaringan data yang membantu pengguna dalam menelusuri riwayat ajuan dan berita acara secara cepat dan akurat, sehingga mendukung efektivitas penggunaan sistem dalam aktivitas operasional sehari-hari.

7.2. Saran

Saran untuk pengembangan dan peningkatan sistem informasi pengelolaan pemusnahan limbah B3 di masa mendatang adalah sebagai berikut:

- a. Sistem dapat dikembangkan untuk mendukung integrasi otomatis dengan sistem eksternal lain, seperti LMS atau sistem inventori limbah untuk memperkaya fungsionalitas dan mempercepat pertukaran data.
- b. Perlu dilakukan perbaikan berkala serta penyempurnaan fitur untuk mendukung volume data yang lebih besar, termasuk optimasi performa pada modul persetujuan dan riwayat.
- c. Penambahan fitur notifikasi *real-time* dapat meningkatkan kecepatan informasi kepada pihak terkait, terutama untuk proses persetujuan berjenjang.
- d. Pengembangan *dashboard* analitik dapat dipertimbangkan untuk memberikan visualisasi data pemusnahan limbah B3 yang lebih komprehensif sebagai bahan evaluasi manajemen.
- e. Pelatihan pengguna dan penyusunan SOP penggunaan sistem perlu dilakukan untuk memastikan sistem digunakan secara konsisten sesuai standar operasional yang berlaku.

DAFTAR PUSTAKA

- Banks, A., & Porcello, E. (2020). *Learning React: Modern Patterns for Developing React Apps* (2nd ed.). O'Reilly Media.
- Flanagan, D. (2020). *JavaScript: The Definitive Guide* (7th ed.). O'Reilly Media.
- Haverbeke, M. (2024). *Eloquent JavaScript: A Modern Introduction to Programming* (4th ed.). No Starch Press.
- Laudon, K. C., Laudon, J. P., & Traver, C. G. (2025). *Management Information Systems: Managing the Digital Firm* (18th ed.). Pearson.
- Masse, M. (2022). *REST API Design Rulebook* (2nd ed.). O'Reilly Media.
- Mead, A. (2018). *Learning Node.js Development*. Packt Publishing.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Sekretariat Negara.
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2020). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (9th ed.). McGraw-Hill Education.
- Romney, M. B., Steinbart, P. J., Summers, S. L., & Wood, D. A. (2021). *Accounting Information Systems* (15th ed.). Pearson.
- Salunke, S. V., & Ouda, A. (2024). *A Performance Benchmark for the PostgreSQL and MySQL Databases*. Future Internet, 16(10), 382.
- Stallings, W., & Brown, L. (2020). *Computer Security: Principles and Practice* (4th ed.). Pearson.
- Schönig, H.-J. (2024). *Mastering PostgreSQL 17* (6th ed.). Packt Publishing.
- Wieruch, R. (2022). *The Road to React: Your Journey to Master Plain yet Pragmatic React.js*. Independently published.
- Zammetti, F. (2022). *Modern Full-Stack Development: Using TypeScript, React, Node.js, Webpack, Python, Django, and Docker* (2nd ed.). Apress.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BIODATA PENULIS I

Nama : Decya Giovanni
Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 26 November 2004
Jenis Kelamin : Perempuan
Telepon : +6281357757826
Email : decyagiovanni26@gmail.com

AKADEMIS

Kuliah : Departemen Teknik Informatika –
FTEIC, ITS
Angkatan : 2022
Semester : 7 (Tujuh)

BIODATA PENULIS II

Nama : Jeremy James
Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 12 April 2004
Jenis Kelamin : Laki-laki
Telepon : +62895399983686
Email : jeremyjamestprawira@gmail.com

AKADEMIS

Kuliah : Departemen Teknik Informatika –
FTEIC, ITS
Angkatan : 2022
Semester : 7 (Tujuh)