

BAB IV

ANALISIS DAN PERANCANGAN

Bab ini membahas hasil analisis dan perancangan sistem layanan pengujian laboratorium pada Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Sumatera Barat berdasarkan tahapan *throwaway prototyping*. Pembahasan dimulai dari tahap *Outline requirements* yang mencakup analisis proses bisnis saat ini, proses bisnis usulan awal, identifikasi aktor, dan kebutuhan fungsional awal. Proses bisnis dimodelkan menggunakan BPMN untuk memahami alur layanan yang berjalan dan menggambarkan alur usulan sebelum *prototype* dibuat. Selanjutnya, bab ini membahas tahap *Develop and Evaluate prototype* yang menjelaskan pembuatan dan evaluasi *prototype* melalui beberapa iterasi berdasarkan umpan balik pengguna. Hasil evaluasi *prototype* digunakan pada tahap *Specify system* untuk menyusun spesifikasi sistem final, yang meliputi kebutuhan fungsional akhir, kebutuhan nonfungsional akhir, *Use case diagram*, *Activity diagram*, *Sequence diagram*, *Class diagram*, rancangan basis data, dan rancangan antarmuka.

4.1 Identifikasi Masalah dan Pengumpulan Data

Tahap identifikasi masalah dan pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai proses layanan pengujian laboratorium, ketentuan proses yang berlaku, kondisi pelaksanaan di lapangan, serta permasalahan yang terjadi selama proses pelayanan. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, observasi, dan analisis dokumen.

Standard Operating Procedure (SOP) digunakan sebagai acuan utama dalam menggambarkan proses bisnis berjalan secara formal melalui BPMN AS-IS. Wawancara, observasi, dan analisis dokumen digunakan untuk mengevaluasi pelaksanaan proses, mengidentifikasi kesenjangan antara ketentuan proses dan kebutuhan operasional, serta menemukan permasalahan yang belum terakomodasi dalam proses yang ditetapkan. Hasil identifikasi tersebut selanjutnya menjadi dasar dalam menyusun usulan perbaikan proses bisnis yang digambarkan melalui BPMN TO-BE.

4.1.1 Hasil Wawancara

Wawancara awal dilakukan pada 17 September 2025 dengan Kepala Subbagian Tata Usaha UPTD Laboratorium Lingkungan, Bapak Mardiwan, S.E., M.CIO. Berdasarkan wawancara tersebut, diketahui bahwa pendaftaran permohonan pengujian oleh pelanggan masih dilakukan melalui Google Forms, sementara informasi status layanan ditampilkan melalui Google Sheets. Proses pengelolaan data permohonan, pembayaran, hasil uji, hingga penyusunan Laporan Hasil Uji (LHU) dikelola menggunakan media atau dokumen yang berbeda sesuai tahapan masing-masing

.Kendala utama yang ditemukan adalah akses informasi status layanan pada Google Sheets belum dibatasi berdasarkan akun kepemilikan. Pengguna dapat mencoba memasukkan nomor pelanggan lain, sehingga berisiko menampilkan data pelanggan atau perusahaan lain. Selain itu, kemutakhiran informasi status sangat bergantung pada koordinasi manual Petugas Pengelola Sampel (PSP) dengan petugas di tahapan terkait.

Sebagai tindak lanjut, wawancara lanjutan juga dilakukan pada 22 Juli 2026. Berdasarkan keterangan petugas di lapangan, meja pelayanan menangani sekitar lima interaksi layanan per hari yang tidak hanya berupa pendaftaran baru, melainkan juga konsultasi, penyerahan sampel, konfirmasi pembayaran, hingga pengambilan LHU. Hasil wawancara ini memastikan bahwa sistem baru perlu sangat memperhatikan pembatasan akses, pembagian hak akses sesuai peran, dan kemudahan pemantauan status secara mandiri.

4.1.2 Hasil Observasi

Observasi dan pencatatan waktu (time study) dilaksanakan secara langsung pada area loket pelayanan publik dan ruang administrasi UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sumatera Barat. Pengamatan difokuskan pada alur interaksi fisik antara pelanggan dan petugas loket, prosedur penerimaan sampel, alur perpindahan dokumen kerja antarruangan, serta durasi riil pelaksanaan aktivitas operasional di lapangan. Pengukuran waktu ini dilakukan khusus untuk mendokumentasikan tahapan aktivitas pelayanan yang belum diatur secara rinci dalam dokumen Standard Operating Procedure (SOP) resmi laboratorium.

Berdasarkan pengamatan lapangan, penyerahan lembar kerja sampel dari loket pendaftaran ke ruang laboratorium analis masih menggunakan dokumen cetak (hardcopy), dan pemutakhiran data status antarpetugas dilakukan secara langsung atau melalui media komunikasi informal. Selain itu, pencatatan waktu (time study) pada meja pelayanan pendaftaran menghasilkan data durasi riil untuk setiap tahapan aktivitas sebagai berikut:

1. Pelanggan yang hadir secara langsung di kantor tidak melakukan pendaftaran mandiri, melainkan dibantu oleh Petugas Pengelola Sampel untuk mengisi formulir pendaftaran pada Google Forms serta berkonsultasi mengenai jenis sampel dan parameter uji. Aktivitas bantuan pendaftaran dan konsultasi ini membutuhkan waktu 10 per permohonan.
2. Petugas melakukan pemeriksaan fisik kondisi sampel, ketersediaan wadah, volume sampel, serta kesesuaian parameter yang diajukan dengan kemampuan laboratorium. Aktivitas kaji ulang teknis secara langsung di meja pelayanan ini membutuhkan waktu 20 menit per permohonan.
3. Petugas menghitung perkiraan biaya retribusi berdasarkan peraturan daerah dan menyampaikan rincian biaya kepada pelanggan. Aktivitas penyampaian rincian hingga penerimaan konfirmasi persetujuan dari pelanggan membutuhkan waktu 10 menit.
4. Pelanggan menyerahkan bukti transfer bank kepada petugas loket, kemudian petugas melakukan pengecekan data transaksi pada rekening penerimaan atau berkoordinasi dengan bendahara penerima. Aktivitas verifikasi pembayaran di loket ini membutuhkan waktu 5 menit.
5. Setelah pembayaran terverifikasi, petugas memberikan label kode sampel, mencatat identitas sampel pada rekapitulasi Google Sheets, dan mengantarkan lembar kerja beserta sampel fisik ke ruang laboratorium analis. Aktivitas pencatatan dan penyerahan fisik antarruangan ini membutuhkan waktu 15 menit.

Berdasarkan hasil observasi, ditemukan bahwa beberapa aktivitas pelayanan masih melibatkan penggunaan dokumen fisik dan perpindahan informasi melalui media yang berbeda. Penyerahan lembar kerja sampel dari bagian pelayanan ke ruang laboratorium masih menggunakan dokumen cetak, sedangkan

pembaruan informasi status antarpetugas masih membutuhkan komunikasi langsung atau media komunikasi lain di luar aplikasi layanan.

Hasil observasi tersebut digunakan untuk melengkapi informasi dari wawancara dan analisis dokumen, terutama dalam mengidentifikasi aktivitas manual, perpindahan data dan dokumen, serta koordinasi antarpetugas selama proses pelayanan. Temuan observasi tidak digunakan untuk mengubah struktur BPMN AS-IS karena *model* tersebut disusun berdasarkan aktivitas yang ditetapkan dalam SOP. Temuan tersebut digunakan sebagai salah satu dasar dalam mengidentifikasi kebutuhan perbaikan dan menyusun BPMN TO-BE.

4.1.3 Hasil Analisis Dokumen

Analisis dokumen dilakukan untuk memahami ketentuan proses, informasi yang digunakan pada setiap tahapan pelayanan, serta keterkaitan dokumen selama proses pengujian laboratorium. Dokumen yang dianalisis meliputi Standard Operating Procedure (SOP), formulir permintaan pengujian, data permohonan, dokumen kaji ulang, bukti pembayaran, Lembar Kerja Analis atau *worksheet*, Laporan Hasil Uji Sementara (LHUS), dan Laporan Hasil Uji (LHU).

Hasil analisis menunjukkan bahwa SOP menetapkan tahapan formal penerimaan sampel, pelaksanaan pengujian, pemeriksaan hasil, penyusunan LHUS, penyusunan LHU, penyerahan LHU, dan pengarsipan. SOP tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam penyusunan BPMN AS-IS.

Dokumen pendukung lainnya digunakan untuk memahami informasi yang diperlukan pada setiap tahapan dan kondisi pelaksanaan proses di lapangan. Hasil penelaahan menunjukkan bahwa data pelayanan digunakan melalui beberapa dokumen dan media kerja. Pada beberapa tahapan, petugas perlu membuka, mencocokkan, mencatat, atau memindahkan kembali informasi dari satu media ke media lainnya. Temuan tersebut digunakan bersama hasil wawancara dan observasi untuk mengidentifikasi kebutuhan perbaikan proses bisnis.

4.2 Outline requirements

Tahap *Outline requirements* dilakukan untuk merumuskan kebutuhan awal Sistem Informasi Layanan Laboratorium Lingkungan berdasarkan hasil analisis proses bisnis dan pengumpulan data. Analisis diawali dengan pemodelan proses

bisnis berjalan menggunakan BPMN AS-IS yang disusun berdasarkan SOP yang berlaku. *Model* tersebut digunakan sebagai representasi formal proses eksisting dan sebagai acuan dalam menentukan aktivitas, pelaksana, dokumen, serta urutan proses yang telah ditetapkan oleh UPTD Laboratorium Lingkungan.

Selanjutnya, hasil wawancara, observasi, dan analisis dokumen digunakan untuk mengevaluasi proses tersebut dan mengidentifikasi permasalahan pada pelaksanaannya. Hasil identifikasi digunakan untuk menyusun kebutuhan perbaikan proses dan kebutuhan awal sistem. Perbaikan tersebut kemudian direpresentasikan melalui BPMN TO-BE sebagai proses bisnis usulan. Hasil tahap ini menjadi dasar dalam penyusunan kebutuhan pengguna, kebutuhan fungsional awal, serta pengembangan *prototype*.

4.2.1 Analisis Proses Bisnis

Analisis proses bisnis dilakukan terhadap proses berjalan dan proses bisnis usulan. Proses berjalan direpresentasikan melalui BPMN AS-IS berdasarkan aktivitas yang tercantum dalam SOP Penerimaan Sampel, Penerbitan, dan Pengarsipan Laporan Hasil Uji. Pendekatan ini digunakan agar *model* AS-IS menggambarkan proses formal yang berlaku pada objek penelitian dan memiliki keterlacakan langsung terhadap dokumen SOP.

Setelah proses formal dimodelkan, hasil wawancara, observasi, dan analisis dokumen digunakan untuk mengevaluasi pelaksanaan setiap tahapan dan mengidentifikasi permasalahan yang muncul. Permasalahan tersebut meliputi penggunaan beberapa media pencatatan, perpindahan data dan dokumen secara manual, keterbatasan pembatasan akses informasi, ketergantungan pembaruan status pada koordinasi antarpetugas, serta kebutuhan penelusuran riwayat proses secara terpadu.

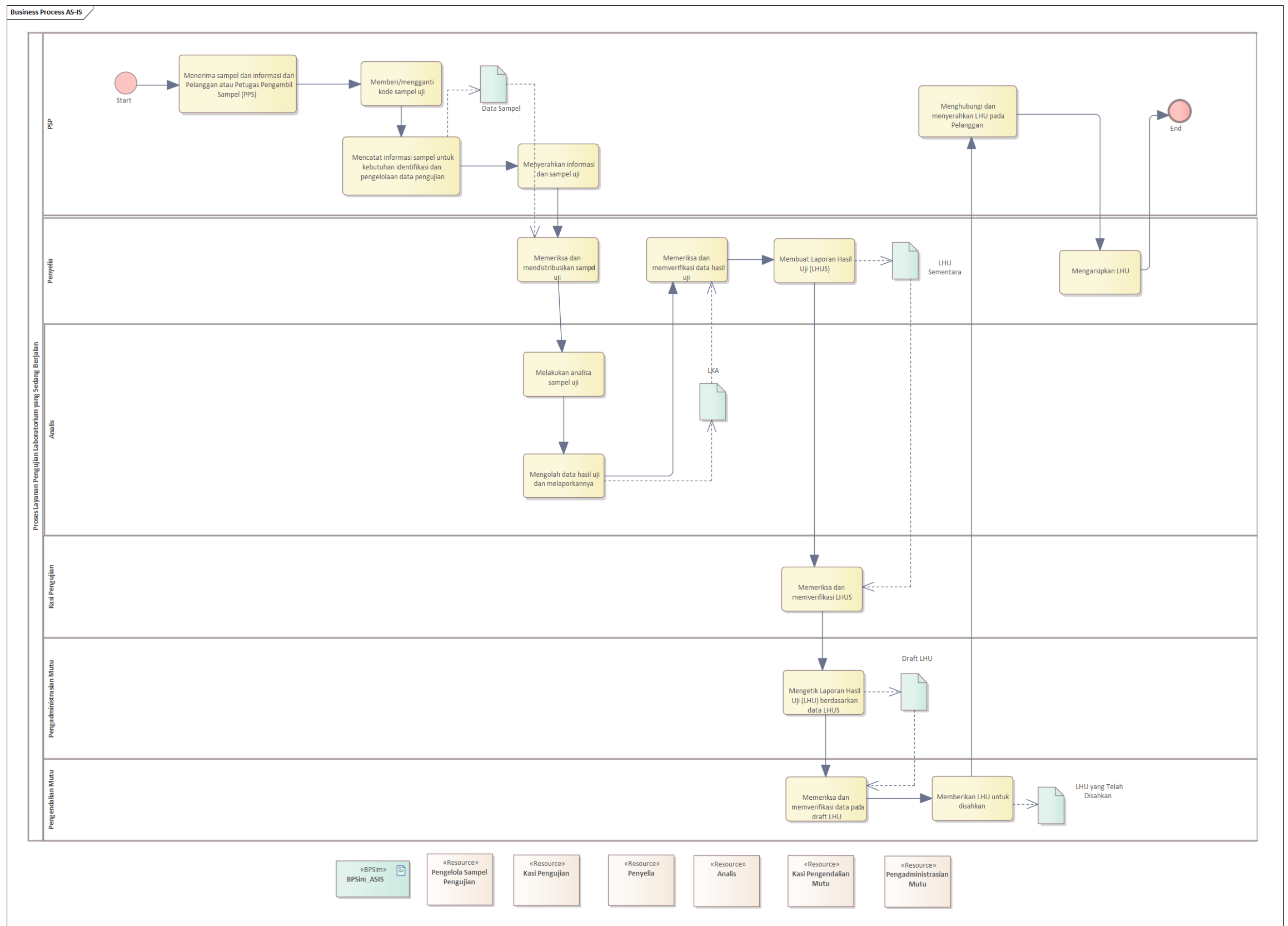
Hasil analisis tersebut kemudian digunakan dalam penyusunan BPMN TO-BE. BPMN TO-BE tidak dimaksudkan sebagai SOP baru yang telah disahkan oleh instansi, melainkan sebagai representasi usulan perbaikan proses bisnis berdasarkan SOP yang berlaku dan temuan empiris selama penelitian.

4.2.1.1 Proses Bisnis Berjalan Saat Ini

Proses bisnis berjalan dimodelkan menggunakan BPMN AS-IS berdasarkan SOP Penerimaan Sampel, Penerbitan, dan Pengarsipan Laporan Hasil Uji yang berlaku pada UPTD Laboratorium Lingkungan. Pemodelan berdasarkan SOP digunakan untuk mempertahankan kesesuaian antara *model* proses dan ketentuan formal yang menjadi acuan pelaksanaan layanan.

Berdasarkan SOP tersebut, proses dimulai ketika Petugas Pengelola Sampel menerima sampel dan informasi dari pelanggan atau Petugas Pengambil Sampel (PPS). Proses kemudian dilanjutkan melalui pemberian kode sampel, pencatatan informasi sampel, distribusi sampel kepada analis, pelaksanaan analisis, pengolahan dan pemeriksaan hasil uji, penyusunan LHUS, penyusunan dan verifikasi LHU, pengesahan LHU, penyerahan LHU kepada pelanggan, serta pengarsipan LHU.





Gambar 4. 1 BPMN AS-IS

Berdasarkan BPMN proses bisnis layanan pengujian laboratorium yang berjalan saat ini, alur proses dapat dijelaskan sebagai berikut :

- 1) Petugas Pengelola Sampel menerima sampel dan informasi dari pelanggan atau Petugas Pengambil Sampel (PPS).
- 2) Petugas Pengelola Sampel memberi atau mengganti kode sampel uji.
- 3) Petugas Pengelola Sampel mencatat informasi sampel untuk kebutuhan identifikasi dan pengelolaan data pengujian.
- 4) Petugas Pengelola Sampel menyerahkan informasi dan sampel uji.
- 5) Penyelia Analis memeriksa dan mendistribusikan sampel uji.
- 6) Analis melakukan analisa sampel uji.
- 7) Analis mengolah data hasil uji dan melaporkannya.
- 8) Penyelia Analis memeriksa dan memverifikasi data hasil uji.
- 9) Penyelia Analis membuat Laporan Hasil Uji Sementara (LHUS).
- 10) Kepala Seksi Pengujian memeriksa dan memverifikasi LHUS.
- 11) Staf Mutu mengetik Laporan Hasil Uji (LHU) berdasarkan data LHUS.
- 12) Kepala Seksi Mutu memeriksa dan memverifikasi data pada *draft* LHU.
- 13) Kepala Seksi Mutu memberikan LHU untuk disahkan.
- 14) Petugas Pengelola Sampel menghubungi dan menyerahkan LHU kepada pelanggan.
- 15) Petugas Pengelola Sampel mengarsipkan LHU.

Pemodelan BPMN *AS-IS* tidak memasukkan aktivitas tambahan yang ditemukan melalui observasi atau wawancara apabila aktivitas tersebut tidak termasuk dalam ruang lingkup SOP yang menjadi dasar pemodelan. Berdasarkan hasil observasi dan analisis dokumen diketahui bahwa pelaksanaan layanan juga melibatkan aktivitas lain, seperti pendaftaran permohonan, kaji ulang permohonan pengujian, penyampaian informasi tarif, pembayaran, pengaturan pengambilan atau penyerahan sampel, serta penyampaian informasi perkembangan layanan. Aktivitas tersebut dianalisis sebagai bagian dari kondisi operasional dan digunakan sebagai temuan dalam identifikasi kebutuhan perbaikan proses, tetapi tidak ditambahkan ke dalam BPMN *AS-IS*.

Dengan demikian, BPMN *AS-IS* digunakan sebagai baseline proses formal berdasarkan SOP yang berlaku. *Model* tersebut menjadi acuan untuk

memahami aktivitas, urutan proses, pihak yang bertanggung jawab, serta dokumen yang digunakan dalam proses penerimaan sampel sampai dengan penerbitan dan pengarsipan LHU. Kondisi pelaksanaan di lapangan selanjutnya dianalisis menggunakan hasil wawancara, observasi, dan analisis dokumen untuk mengidentifikasi kesenjangan antara proses formal dan kebutuhan operasional sebagai dasar penyusunan BPMN TO-BE.

4.2.1.2 Proses Bisnis Usulan

Proses bisnis usulan disusun berdasarkan hasil evaluasi terhadap proses bisnis berjalan yang telah dimodelkan melalui BPMN AS-IS berdasarkan SOP, serta hasil identifikasi permasalahan melalui wawancara, observasi, dan analisis dokumen. Hasil dari ketiga teknik pengumpulan data tersebut digunakan untuk mengidentifikasi kondisi pelaksanaan proses, kebutuhan pengguna, penggunaan data dan dokumen pada setiap tahapan pelayanan, serta aktivitas pelayanan yang *throwaway prototyping* belum tercakup secara rinci dalam ruang lingkup SOP.

Berdasarkan hasil observasi dan analisis dokumen, pelaksanaan layanan pengujian laboratorium tidak hanya melibatkan aktivitas penerimaan sampel sampai dengan penerbitan dan pengarsipan LHU. Dalam pelaksanaannya terdapat aktivitas lain yang berkaitan dengan keseluruhan layanan, seperti pengajuan permohonan pengujian, pemeriksaan data permohonan, kaji ulang kemampuan pengujian, penetapan metode dan tarif, pembayaran, pengaturan penyerahan atau pengambilan sampel, serta penyampaian informasi status layanan.

Pelaksanaan proses tersebut menggunakan beberapa media dan dokumen, antara lain Google Forms, Google Sheets, formulir kaji ulang, invoice, bukti pembayaran, lembar kerja hasil pengujian, Laporan Hasil Uji Sementara (LHUS), dan Laporan Hasil Uji (LHU). Setiap media dan dokumen memiliki fungsi masing-masing, tetapi hubungan antara data permohonan, sampel, pembayaran, hasil pengujian, pemeriksaan, LHUS, dan LHU belum dikelola sebagai satu riwayat pelayanan dalam aplikasi yang sama. Petugas perlu membuka, memeriksa, atau menggunakan kembali data pada media yang berbeda ketika proses berpindah ke tahapan berikutnya.

Hasil observasi juga menunjukkan bahwa informasi perkembangan layanan disampaikan melalui media yang belum sepenuhnya terpadu dengan aktivitas

pelayanan. Informasi status yang tersedia belum menggunakan mekanisme autentikasi akun dan pembatasan berdasarkan kepemilikan permohonan secara terpadu. Selain itu, kemutakhiran informasi status masih bergantung pada komunikasi antara Petugas Pengelola Sampel dan petugas yang menangani tahapan pelayanan terkait.

Berdasarkan permasalahan tersebut, BPMN TO-BE dirancang dengan memanfaatkan Sistem Informasi Layanan Laboratorium Lingkungan berbasis web untuk mengintegrasikan data dan informasi selama proses pelayanan. Sistem digunakan untuk mendukung pengelolaan data permohonan, parameter dan metode pengujian, tarif dan invoice, pembayaran, penerimaan sampel, penugasan analis, hasil pengujian, pemeriksaan dan perbaikan hasil, LHUS, LHU, status pelayanan, serta riwayat aktivitas dalam satu aplikasi dan basis data.

Proses bisnis usulan tetap mempertahankan fungsi utama yang telah ditetapkan dalam SOP, yaitu penerimaan dan identifikasi sampel, distribusi sampel kepada analis, analisis sampel, pengolahan dan pemeriksaan data hasil uji, pembuatan dan verifikasi LHUS, penyusunan dan verifikasi LHU, pengesahan LHU, penyerahan LHU kepada pelanggan, dan pengarsipan. Perbaikan proses terutama diarahkan pada cara data dicatat, digunakan kembali, dibatasi aksesnya, diverifikasi, dan ditelusuri selama proses pelayanan.

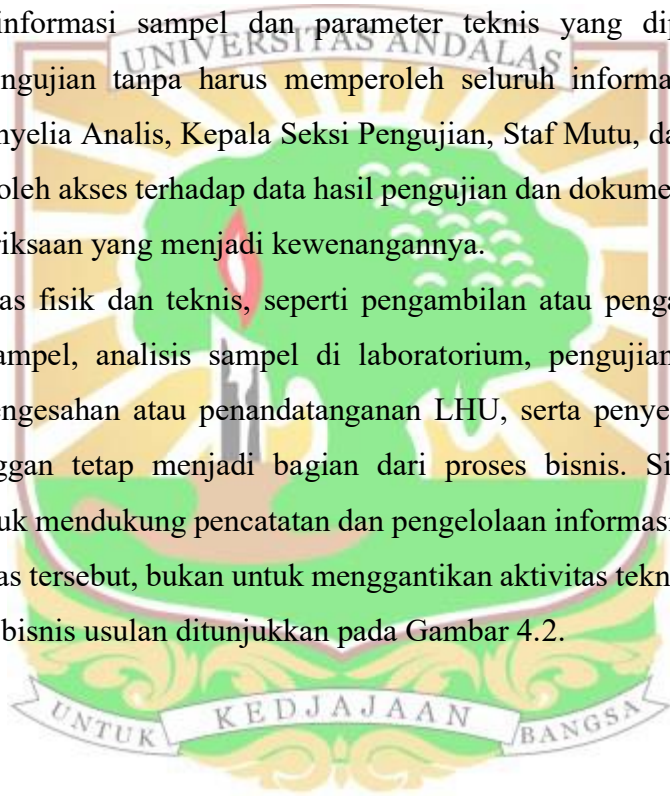
Setiap permohonan pada sistem memiliki nomor permohonan yang digunakan sebagai identitas utama proses pelayanan. Sampel yang terpadu dengan permohonan memiliki kode sampel sehingga data sampel, parameter pengujian, hasil analisis, pemeriksaan, LHUS, dan LHU dapat ditelusuri berdasarkan permohonan yang bersangkutan. Data yang telah dicatat pada suatu tahapan dapat digunakan pada tahapan berikutnya sesuai dengan hak akses dan kewenangan pengguna sehingga mengurangi kebutuhan pencatatan dan pemindahan data secara berulang.

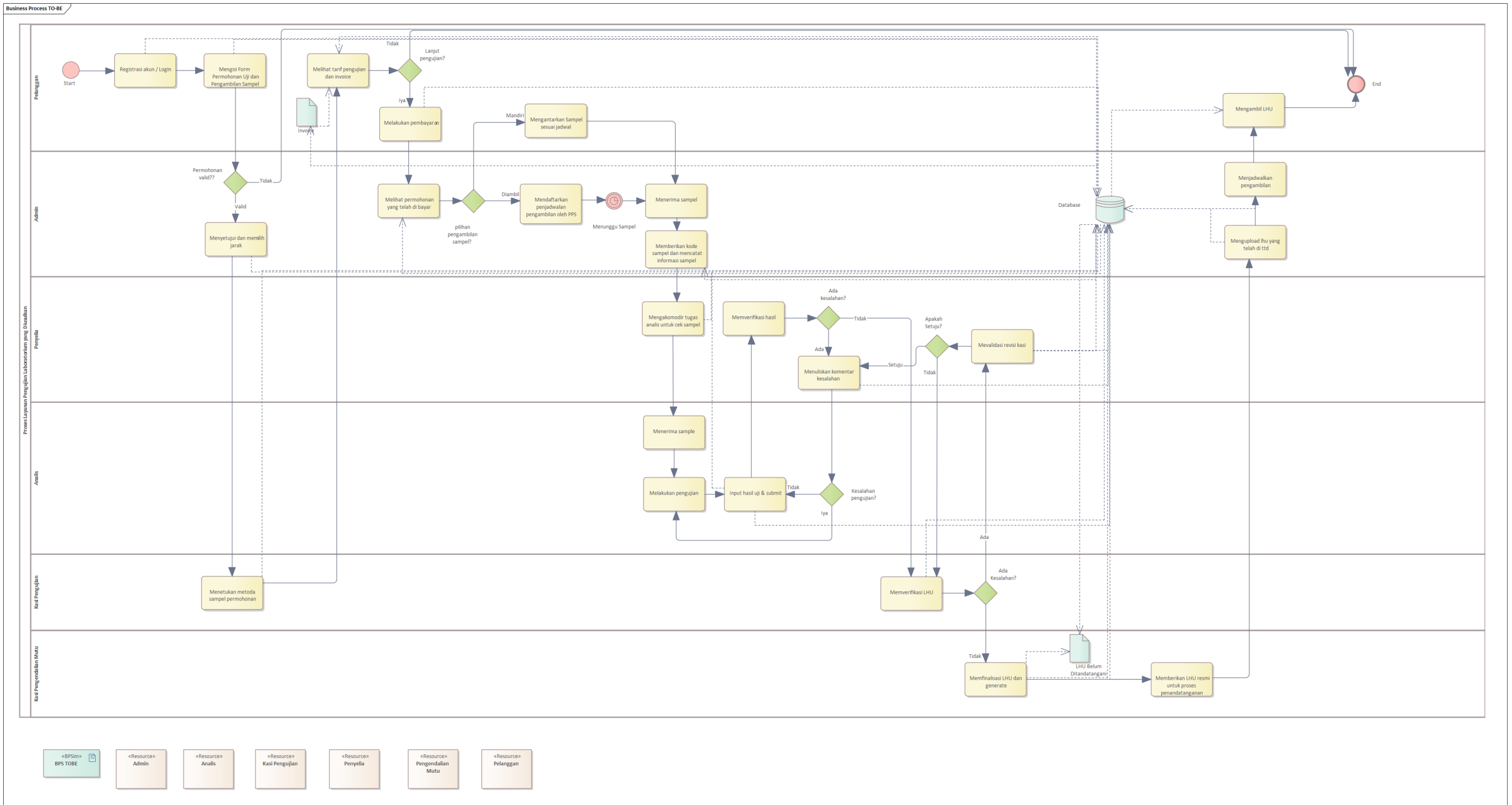
Aktor yang terlibat pada proses bisnis usulan meliputi pelanggan, Admin, Penyelia Analis, Analis, Kepala Seksi Pengujian, Staf Mutu, Kepala Seksi Mutu, serta Kepala Laboratorium pada tahapan pengesahan LHU. Dalam penggunaan sistem, Admin menjalankan fungsi administratif Petugas Pengelola Sampel, seperti memeriksa permohonan, memantau pembayaran, menerima sampel, mengelola

informasi sampel, dan menyampaikan LHU kepada pelanggan. Penyelia Analis dan Analis menjalankan fungsi pengelolaan pengujian dan pemeriksaan hasil, sedangkan Kepala Seksi Pengujian, Staf Mutu, dan Kepala Seksi Mutu melaksanakan fungsi pemeriksaan dan pengelolaan dokumen hasil pengujian sesuai dengan kewenangannya.

Pembagian hak akses diterapkan berdasarkan peran pengguna dan keterkaitan pengguna dengan data. Pelanggan hanya dapat mengakses permohonan, status, dan dokumen yang berkaitan dengan akunnya. Admin mengakses data administratif pelayanan dan data sampel sesuai dengan tugasnya. Analis memperoleh informasi sampel dan parameter teknis yang diperlukan untuk melakukan pengujian tanpa harus memperoleh seluruh informasi administratif pelanggan. Penyelia Analis, Kepala Seksi Pengujian, Staf Mutu, dan Kepala Seksi Mutu memperoleh akses terhadap data hasil pengujian dan dokumen sesuai dengan tahapan pemeriksaan yang menjadi kewenangannya.

Aktivitas fisik dan teknis, seperti pengambilan atau pengantaran sampel, penerimaan sampel, analisis sampel di laboratorium, pengujian ulang apabila diperlukan, pengesahan atau penandatanganan LHU, serta penyerahan dokumen kepada pelanggan tetap menjadi bagian dari proses bisnis. Sistem informasi digunakan untuk mendukung pencatatan dan pengelolaan informasi yang berkaitan dengan aktivitas tersebut, bukan untuk menggantikan aktivitas teknis laboratorium. BPMN proses bisnis usulan ditunjukkan pada Gambar 4.2.





Gambar 4. 2 BPMN TO-BE

Berdasarkan BPMN proses bisnis layanan pengujian laboratorium yang diusulkan, alur proses dapat dijelaskan sebagai berikut :

- 1) Pelanggan melakukan registrasi akun atau *login* ke dalam sistem.
- 2) Pelanggan mengisi form permohonan uji dan pengambilan sampel melalui sistem. Pada tahap ini, pelanggan memasukkan informasi permohonan, data sampel, serta kebutuhan pengujian.
- 3) Admin melakukan pengecekan terhadap permohonan yang masuk melalui sistem.
- 4) Pada tahap validasi permohonan terdapat keputusan apakah permohonan valid.
 - a) Jika permohonan tidak valid, proses berhenti.
 - b) Jika permohonan valid, admin menyetujui permohonan dan memilih jarak atau informasi yang dibutuhkan untuk proses layanan.
- 5) Kepala seksi pengujian menentukan metode sampel permohonan berdasarkan parameter dan kebutuhan pengujian yang diajukan.
- 6) Pelanggan melihat tarif pengujian dan *Invoice* melalui sistem.
- 7) Pada tahap ini terdapat keputusan apakah pelanggan melanjutkan pengujian.
 - a) Jika pelanggan tidak melanjutkan pengujian, proses berhenti.
 - b) Jika pelanggan melanjutkan pengujian, pelanggan melakukan pembayaran.
- 8) Setelah pembayaran dilakukan, admin melihat permohonan yang telah dibayar melalui sistem.
- 9) Pada tahap pengambilan sampel terdapat keputusan mengenai cara pengambilan atau penyerahan sampel.
 - a) Jika sampel diambil oleh petugas, admin mendaftarkan penjadwalan pengambilan oleh PPS, kemudian proses menunggu sampel sampai sampel diterima oleh laboratorium.
 - b) Jika sampel diantar secara mandiri, pelanggan mengantarkan sampel sesuai jadwal.
- 10) Admin menerima sampel yang telah tersedia.
- 11) Admin memberikan kode sampel dan mencatat informasi sampel ke dalam sistem untuk kebutuhan identifikasi serta pengelolaan data pengujian.

- 12) Penyelia mengakomodir tugas analis untuk melakukan pemeriksaan dan pengujian sampel.
- 13) Analis menerima sampel untuk dilakukan pengujian.
- 14) Analis melakukan pengujian terhadap sampel sesuai metode yang telah ditentukan.
- 15) Setelah pengujian selesai, analis melakukan input hasil uji dan mengirim hasil pengujian ke dalam sistem.
- 16) Penyelia memverifikasi hasil uji yang telah diinput oleh analis.
- 17) Pada tahap verifikasi hasil terdapat keputusan apakah terdapat kesalahan.
 - a) Jika tidak terdapat kesalahan, proses dilanjutkan ke tahap verifikasi LHU oleh kepala seksi pengujian.
 - b) Jika terdapat kesalahan, penyelia menuliskan komentar kesalahan.
- 18) Setelah komentar kesalahan diberikan, terdapat keputusan apakah kesalahan berasal dari proses pengujian.
 - a) Jika kesalahan berasal dari proses pengujian, analis melakukan pengujian ulang.
 - b) Jika kesalahan tidak berasal dari proses pengujian, analis memperbaiki input hasil uji dan melakukan mengirim kembali.
- 19) Kepala seksi pengujian memverifikasi LHU berdasarkan hasil uji yang telah diverifikasi oleh penyelia.
- 20) Pada tahap verifikasi LHU terdapat keputusan apakah terdapat kesalahan.
 - a) Jika masih terdapat kesalahan, proses dilanjutkan ke tahap validasi revisi oleh penyelia.
 - b) Jika tidak terdapat kesalahan, proses dilanjutkan ke tahap finalisasi LHU.
- 21) Penyelia melakukan validasi revisi dari kepala seksi pengujian.
- 22) Pada tahap validasi revisi terdapat keputusan apakah revisi disetujui.
 - a) Jika revisi disetujui, proses kembali ke tahap verifikasi LHU.
 - b) Jika revisi tidak disetujui atau masih memerlukan perbaikan, proses kembali ke tahap penulisan komentar kesalahan.
- 23) Pengendalian mutu memfinalisasi LHU dan menghasilkan dokumen LHU melalui sistem, lalu kepala laboratorium menandatangani secara fisik.
- 24) Admin mengunggah LHU yang telah di tandatangaini.

- 25) Admin menjadwalkan pengambilan LHU.
- 26) Pelanggan mengambil LHU sesuai jadwal yang telah ditentukan.
- 27) Proses berakhir setelah pelanggan mengambil LHU.

Pada BPMN TO-BE, data object digunakan untuk menunjukkan dokumen yang menjadi masukan maupun keluaran penting pada setiap aktivitas pelayanan. Dokumen tersebut meliputi invoice pengujian dan LHU yang telah disahkan. Invoice dihasilkan setelah parameter, metode, dan tarif pengujian ditetapkan oleh sistem berdasarkan hasil kaji ulang. LHU yang telah disahkan menjadi dokumen akhir yang digunakan untuk penyerahan kepada pelanggan dan proses pengarsipan.

Data operasional lainnya, seperti data permohonan, informasi sampel, pembayaran, penugasan analis, data hasil pengujian, riwayat perbaikan, catatan verifikasi, serta status pelayanan, disimpan secara terstruktur dalam basis data sistem. Penyimpanan ini memungkinkan setiap data pada suatu tahapan dapat digunakan kembali pada tahapan berikutnya tanpa perlu dilakukan pencatatan ulang pada media yang berbeda. Dengan demikian, keterpaduan data dapat terjaga dan mengurangi potensi duplikasi maupun ketidaksesuaian informasi selama proses pelayanan berlangsung.

Informasi status layanan tidak dimodelkan sebagai proses yang berdiri sendiri, melainkan dibentuk berdasarkan aktivitas yang telah dilakukan dan tercatat dalam sistem. Status tersebut mencakup tahapan seperti permohonan diajukan, memerlukan perbaikan, disetujui, menunggu pembayaran, pembayaran selesai, menunggu sampel, sampel diterima, pengujian berlangsung, hasil menunggu pemeriksaan, hasil memerlukan perbaikan, LHUS dalam pemeriksaan, LHU dalam proses, LHU menunggu pengesahan, hingga LHU selesai. Pelanggan hanya dapat melihat status yang terpadu dengan akun dan permohonannya masing-masing.

Keunggulan proses bisnis usulan terletak pada keterpaduan data dari tahap pengajuan permohonan hingga penerbitan dan pengarsipan LHU dalam satu riwayat pelayanan yang terpadu. Petugas tetap melakukan pemeriksaan dan verifikasi sesuai kewenangannya, namun seluruh informasi dapat ditelusuri secara sistematis menggunakan nomor permohonan dan kode sampel. Sistem juga mencatat penugasan analis, hasil pengujian, komentar perbaikan, hasil verifikasi, serta seluruh dokumen seperti LHUS dan LHU beserta perkembangan statusnya.

Pada proses bisnis usulan, pembaruan status tidak lagi bergantung pada media tracking terpisah, melainkan dihasilkan dari aktivitas yang dicatat oleh pengguna sesuai perannya. Hal ini membuat informasi perkembangan layanan menjadi lebih konsisten dan dapat ditelusuri. Selain itu, sistem menerapkan pembatasan akses berdasarkan peran dan kepemilikan data, sehingga pelanggan hanya dapat mengakses informasi yang berkaitan dengan permohonannya, sedangkan petugas memperoleh akses sesuai fungsi dan tanggung jawab masing-masing.

Berdasarkan proses bisnis usulan, seluruh data seperti permohonan, sampel, pembayaran, penugasan analis, hasil pengujian, pemeriksaan, LHUS, LHU, serta riwayat pelayanan dikelola dalam satu aplikasi dan satu basis data yang terpadu. Aktivitas teknis pengujian laboratorium serta proses pengesahan LHU tetap dilaksanakan sesuai prosedur operasional yang berlaku, sedangkan sistem berperan sebagai pendukung dalam pengelolaan data, keterlacakan proses, pengendalian akses, serta penyampaian informasi status pelayanan secara terstruktur.

4.2.2 Kebutuhan Pengguna

Kebutuhan pengguna disusun untuk mengetahui kebutuhan setiap aktor yang akan berinteraksi dengan Sistem Informasi Layanan Laboratorium Lingkungan. Kebutuhan ini diperoleh berdasarkan hasil analisis proses bisnis berjalan, proses bisnis usulan awal, wawancara, dan analisis dokumen. Kebutuhan pengguna menjadi dasar dalam menentukan fungsi awal yang perlu disediakan pada *prototype*.

Pada sistem yang diusulkan, peran admin merepresentasikan Pengelola Sampel Pengujian (PSP) sebagai pelaksana administrasi layanan laboratorium. PSP bertanggung jawab dalam memverifikasi permohonan, memantau pembayaran, mengelola jadwal sampel, mencatat penerimaan sampel, memberikan kode sampel, mengelola data pendukung, dan menjadwalkan pengambilan LHU. Selain PSP, kepala subbagian juga membutuhkan akses ke sistem untuk membantu dan memantau proses administrasi layanan. Oleh karena itu, kepala subbagian diberikan hak akses yang disamakan dengan admin/PSP dan tidak dimodelkan sebagai aktor terpisah pada alur utama sistem. Selain itu peran Pengadministrasian Mutu di

jadikan hanya untuk Kepala Seksi Pengendalian Mutu. Berikut kebutuhan pengguna dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Kebutuhan Pengguna

No.	Aktor	Kebutuhan Pengguna
1	Pelanggan	Mebutuhkan sistem untuk mengajukan permohonan pengujian, memantau perkembangan layanan, melihat informasi pembayaran, mengelola jadwal pengambilan LHU, dan memperoleh informasi layanan secara lebih jelas.
2	Admin	Mebutuhkan sistem untuk memverifikasi permohonan, memantau pembayaran, mengatur jadwal pengambilan atau pengantaran sampel, menerima sampel, memberikan kode sampel, mengelola data master, dan menjadwalkan pengambilan LHU.
3	Penyelia	Mebutuhkan sistem untuk membuat penugasan analis, memantau proses pengujian, memverifikasi hasil uji, serta memberikan catatan perbaikan apabila terdapat kesalahan.
4	Analisis	Mebutuhkan sistem untuk melihat penugasan, menginput hasil uji, dan memperbaiki hasil uji berdasarkan catatan revisi.
5	Kepala Seksi Pengujian	Mebutuhkan sistem untuk menentukan metode uji, memverifikasi hasil atau LHU, serta mengajukan revisi apabila terdapat ketidaksesuaian.

6	Kasi Pengendalian Mutu	Membutuhkan sistem untuk memfinalisasi LHU dan memastikan data LHU telah sesuai sebelum ditandatangani.
---	------------------------	---

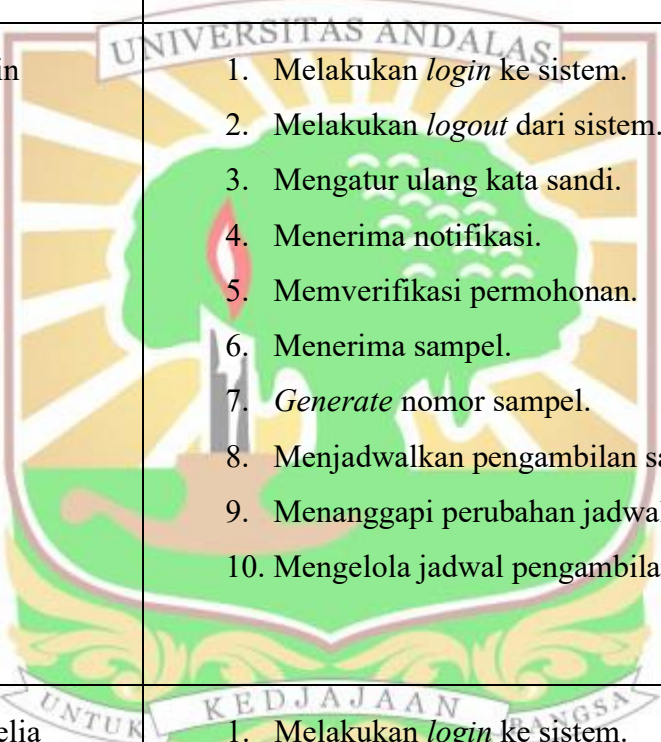
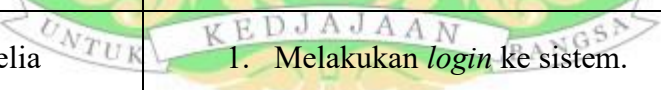
Berdasarkan Tabel 4.1, kebutuhan pengguna menunjukkan bahwa sistem diperlukan untuk mendukung layanan laboratorium secara lebih terpadu. Kebutuhan tersebut mencakup proses permohonan pengujian, pembayaran, pengelolaan sampel, penugasan analis, pengelolaan hasil uji, finalisasi LHU, pengelolaan jadwal, serta pemantauan riwayat layanan. Kebutuhan pengguna ini menjadi dasar dalam penyusunan kebutuhan fungsional awal yang dijelaskan pada subbab berikutnya.

4.2.3 Kebutuhan Fungsional Awal

Kebutuhan fungsional awal menjelaskan fungsi utama yang perlu disediakan oleh sistem berdasarkan kebutuhan pengguna dan analisis proses bisnis usulan awal. Kebutuhan fungsional awal menjelaskan fungsi utama yang perlu disediakan oleh sistem berdasarkan kebutuhan pengguna dan analisis proses bisnis usulan awal, disusun secara rinci per aktor. Kebutuhan ini masih bersifat awal karena akan dievaluasi kembali melalui pengembangan *prototype*. Berikut kebutuhan fungsional awal dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Kebutuhan Fungsional Awal

No.	Aktor	Kebutuhan Fungsional Awal
1	Pelanggan	1. Melakukan registrasi akun. 2. Melakukan <i>login</i> ke sistem. 3. Melakukan <i>logout</i> dari sistem. 4. Mengatur ulang kata sandi. 5. Menerima notifikasi. 6. Membuat permohonan pengujian. 7. Melihat detail permohonan. 8. Melihat riwayat permohonan.

No.	Aktor	Kebutuhan Fungsional Awal
		9. Melihat <i>Invoice</i> . 10. Melakukan pembayaran. 11. Membatalkan permohonan. 12. Melihat jadwal pengambilan LHU. 13. Mengajukan perubahan jadwal. 14. Mengonfirmasi jadwal.
2	Admin	 1. Melakukan <i>login</i> ke sistem. 2. Melakukan <i>logout</i> dari sistem. 3. Mengatur ulang kata sandi. 4. Menerima notifikasi. 5. Memverifikasi permohonan. 6. Menerima sampel. 7. <i>Generate</i> nomor sampel. 8. Menjadwalkan pengambilan sampel. 9. Menanggapi perubahan jadwal. 10. Mengelola jadwal pengambilan LHU.
3	Penyelia	 1. Melakukan <i>login</i> ke sistem. 2. Melakukan <i>logout</i> dari sistem. 3. Mengatur ulang kata sandi. 4. Menerima notifikasi. 5. Melihat riwayat. 6. Membuat penugasan analis. 7. Mengubah tenggat penugasan. 8. Memantau penugasan. 9. Mengelola hasil uji subkontrak. 10. Meninjau hasil uji analis.

No.	Aktor	Kebutuhan Fungsional Awal
		11. Meminta revisi hasil uji analisis. 12. Menyetujui hasil uji analisis. 13. Menanggapi permintaan revisi Kasi Pengujian.
4	Analisis	1. Melakukan <i>login</i> ke sistem. 2. Melakukan <i>logout</i> dari sistem. 3. Mengatur ulang kata sandi. 4. Menerima notifikasi. 5. Melihat penugasan. 6. Menyimpan <i>draft</i> hasil uji. 7. Mengirim hasil uji. 8. Memperbaiki hasil uji.
5	Kepala Seksi Pengujian	1. Melakukan <i>login</i> ke sistem. 2. Melakukan <i>logout</i> dari sistem. 3. Mengatur ulang kata sandi. 4. Menerima notifikasi. 5. Menentukan metode uji. 6. Meninjau hasil uji. 7. Menyetujui hasil uji. 9. Mengajukan permintaan revisi hasil uji. 10. Melihat riwayat hasil uji.

No.	Aktor	Kebutuhan Fungsional Awal
6	Pengendalian Mutu	1. Melakukan <i>login</i> ke sistem. 2. Melakukan <i>logout</i> dari sistem. 3. Mengatur ulang kata sandi. 4. Menerima notifikasi. 5. Melihat antrean finalisasi LHU. 6. Memfinalisasi LHU.

Berdasarkan Tabel 4.2, kebutuhan fungsional awal terdiri atas fungsi dasar yang diperlukan untuk menjalankan alur utama layanan laboratorium. Fungsi tersebut meliputi pengelolaan akun akses pengguna, pembuatan permohonan pengujian, pembayaran, pengelolaan jadwal, penerimaan sampel, penugasan analis, pengelolaan hasil uji, finalisasi LHU. Kebutuhan fungsional awal ini menjadi dasar dalam pembuatan *prototype* dan akan disempurnakan menjadi kebutuhan fungsional final setelah proses evaluasi *prototype* dilakukan.

4.3 Develop and Evaluate prototype

Tahap develop and *Evaluate prototype* merupakan tahap pengembangan rancangan awal sistem sekaligus evaluasi terhadap rancangan tersebut bersama pengguna. Pada tahap ini, *prototype* dibuat berdasarkan kebutuhan awal yang telah diperoleh pada tahap *Outline requirements*. *Prototype* digunakan untuk memberikan gambaran mengenai alur sistem, tampilan antarmuka, serta fungsi utama yang akan digunakan oleh pelanggan dan pengguna internal laboratorium. Setelah *prototype* dibuat, dilakukan evaluasi untuk mengetahui apakah rancangan tersebut sudah sesuai dengan kebutuhan proses layanan laboratorium. Hasil evaluasi pada setiap iterasi digunakan sebagai dasar perbaikan pada iterasi berikutnya. Pada penelitian ini, proses develop and *Evaluate prototype* dilakukan dalam tiga iterasi, yaitu *prototype* iterasi pertama, *prototype* iterasi kedua, dan *prototype* iterasi ketiga. *Prototype* yang bersifat lebih rinci ditempatkan pada Lampiran B.

4.3.1 *Prototype* Iterasi Pertama

Prototype iterasi pertama merupakan rancangan awal Sistem Informasi Layanan Laboratorium Lingkungan. Iterasi ini dibuat untuk menggambarkan alur utama layanan laboratorium secara umum, mulai dari akses awal pengguna, pendaftaran permohonan pengujian, pemilihan parameter, pembayaran, penerimaan sampel, pengelolaan hasil uji, sampai proses awal verifikasi LHU. Pada iterasi ini, rancangan masih bersifat awal sehingga beberapa tampilan dan alur belum sepenuhnya final. Rancangan tersebut kemudian digunakan sebagai bahan evaluasi untuk mengetahui bagian yang perlu diperbaiki pada iterasi berikutnya.

4.3.1.1 *Develop prototype* Iterasi Pertama

Pada tahap *Develop prototype* iterasi pertama, rancangan sistem dibuat untuk beberapa aktor utama, yaitu pelanggan, admin, penyelia, analis, kepala seksi pengujian, dan kasi pengendalian mutu. Rancangan ini mencakup halaman-halaman utama yang dibutuhkan untuk menggambarkan proses layanan laboratorium dari awal sampai akhir. Halaman yang dirancang meliputi *dashboard*, pendaftaran pelanggan, status dan detail permohonan, pembayaran, penerimaan sampel admin, hasil analis, hasil penyelia, penugasan dan *review worksheet*, pemilihan metode oleh kepala seksi pengujian, serta finalisasi LHU oleh kepala seksi pengendalian mutu. Daftar *prototype* yang dibuat pada iterasi pertama dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Daftar *prototype* iterasi pertama

No.	Halaman	Aktor	Tujuan <i>prototype</i>
1	<i>Dashboard</i> admin	Admin	Menampilkan ringkasan aktivitas dan data layanan yang dikelola admin.
2	Detail status admin	Admin	Menampilkan detail status permohonan pelanggan.

No.	Halaman	Aktor	Tujuan <i>prototype</i>
3	Lihat status admin	Admin	Menampilkan daftar status permohonan pelanggan yang dapat dipantau admin.
4	Penerimaan sampel admin	Admin	Menampilkan rancangan admin dalam menerima dan mencatat sampel.
5	Penugasan jadwal sampel admin	Admin	Menampilkan rancangan admin dalam mengelola jadwal pengambilan atau pengantaran sampel.
6	Validasi permohonan admin	Admin	Menampilkan rancangan admin dalam memeriksa dan memvalidasi permohonan.
7	<i>Dashboard</i> analis	Analisis	Menampilkan daftar tugas pengujian yang diberikan kepada analisis.
8	Hasil analisis	Analisis	Menampilkan rancangan awal analisis dalam mengelola hasil pengujian.
9	<i>Dashboard</i> pelanggan	Pelanggan	Menampilkan ringkasan informasi permohonan dan layanan pelanggan.

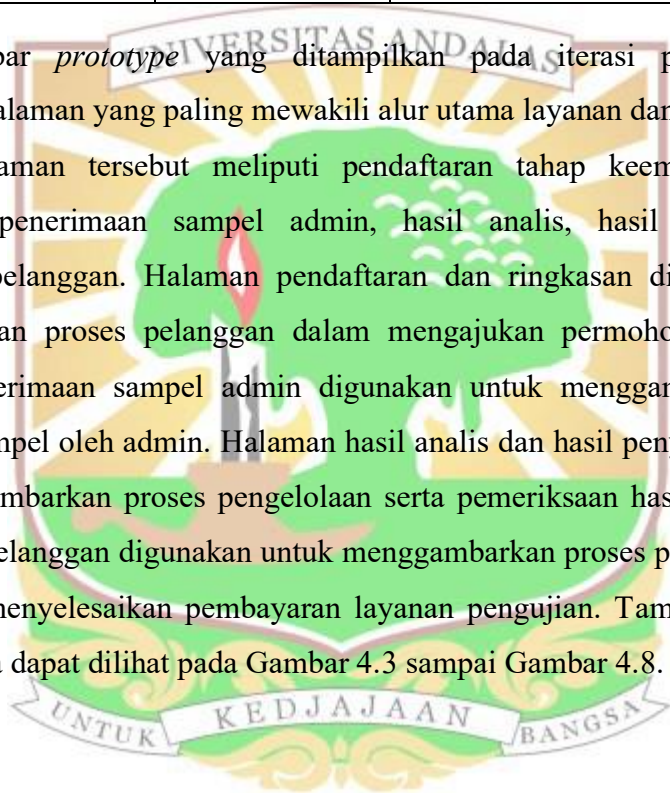
No.	Halaman	Aktor	Tujuan <i>prototype</i>
10	<i>Dashboard</i> kepala seksi pengujian	Kepala Seksi Pengujian	Menampilkan ringkasan aktivitas kepala seksi pengujian.
11	Detail LHU sementara	Kepala Seksi Pengujian	Menampilkan detail LHU sementara beserta informasi hasil uji.
12	LHU sementara	Kepala Seksi Pengujian	Menampilkan daftar LHU sementara yang perlu diverifikasi.
13	Pilih metode	Kepala Seksi Pengujian	Menampilkan rancangan penentuan metode uji berdasarkan permohonan pelanggan.
14	<i>Landing page</i>	Publik	Menampilkan halaman awal sistem yang berisi informasi layanan laboratorium.
15	<i>Landing page</i> lanjutan	Publik	Menampilkan informasi lanjutan terkait layanan laboratorium.
16	<i>Register</i>	Pelanggan	Menampilkan form pendaftaran akun pelanggan.
17	Detail status dan permohonan	Pelanggan	Menampilkan detail permohonan dan status layanan yang sedang berjalan.

No.	Halaman	Aktor	Tujuan <i>prototype</i>
18	Data pengambilan sampel	Pelanggan	Menampilkan pilihan dan informasi pengambilan atau pengantaran sampel.
19	Detail lihat status	Pelanggan	Menampilkan rincian perkembangan status layanan pengujian.
20	Detail verifikasi pembayaran	Pelanggan	Menampilkan detail pembayaran dan status verifikasi pembayaran.
21	Informasi sampel	Pelanggan	Menampilkan informasi sampel yang didaftarkan oleh pelanggan.
22	Pembayaran	Pelanggan	Menampilkan rancangan awal pembayaran layanan pengujian.
23	Pendaftaran pelanggan tahap 1	Pelanggan	Menampilkan tahap awal pengisian permohonan pengujian.
24	Pendaftaran pelanggan tahap 2	Pelanggan	Menampilkan tahap lanjutan pengisian data permohonan.
25	Pendaftaran pelanggan tahap 3	Pelanggan	Menampilkan tahap pengisian informasi sampel.
26	Ringkasan permohonan	Pelanggan	Menampilkan ringkasan data permohonan sebelum dikirimkan.

No.	Halaman	Aktor	Tujuan <i>prototype</i>
27	Permohonan diterima	Pelanggan	Menampilkan informasi bahwa permohonan telah berhasil dikirim.
28	Pilih parameter sampel	Pelanggan	Menampilkan pilihan parameter pengujian yang dapat dipilih pelanggan.
29	Status dan permohonan	Pelanggan	Menampilkan daftar permohonan dan status layanan pelanggan.
30	Minta perbaikan	Penyelia	Menampilkan rancangan penyelia dalam memberikan catatan perbaikan kepada analis.
31	Hasil penyelia	Penyelia	Menampilkan rancangan awal tampilan hasil uji yang diperiksa oleh penyelia.
32	Hasil penyelia lanjutan	Penyelia	Menampilkan variasi rancangan awal tampilan hasil uji yang diperiksa oleh penyelia.
33	<i>Dashboard</i> penyelia	Penyelia	Menampilkan ringkasan tugas dan aktivitas penyelia.
34	Penugasan dan <i>review worksheet</i>	Penyelia	Menampilkan rancangan penyelia dalam mengelola penugasan dan meninjau hasil kerja analis.

No.	Halaman	Aktor	Tujuan <i>prototype</i>
35	Detail verifikasi	Pengendalian Mutu	Menampilkan detail data yang perlu diperiksa sebelum finalisasi LHU.
36	List verifikasi hasil uji	Pengendalian Mutu	Menampilkan daftar hasil uji atau LHU yang perlu diverifikasi.

Gambar *prototype* yang ditampilkan pada iterasi pertama dipilih berdasarkan halaman yang paling mewakili alur utama layanan dan menjadi bahan evaluasi. Halaman tersebut meliputi pendaftaran tahap keempat, ringkasan pendaftaran, penerimaan sampel admin, hasil analisis, hasil penyelia, dan pembayaran pelanggan. Halaman pendaftaran dan ringkasan digunakan untuk menggambarkan proses pelanggan dalam mengajukan permohonan pengujian. Halaman penerimaan sampel admin digunakan untuk menggambarkan proses pencatatan sampel oleh admin. Halaman hasil analisis dan hasil penyelia digunakan untuk menggambarkan proses pengelolaan serta pemeriksaan hasil uji. Halaman pembayaran pelanggan digunakan untuk menggambarkan proses pelanggan dalam melihat dan menyelesaikan pembayaran layanan pengujian. Tampilan *prototype* iterasi pertama dapat dilihat pada Gambar 4.3 sampai Gambar 4.8.



Gambar 4. 3 Prototype Iterasi 1 Halaman Pendaftaran Tahap Keempat

Lab Lingkungan

Sistem Informasi

Dashboard

Daftar Pengujian

Status & Riwayat Sampel

d

data

Pelanggan

Keluar

← Kembali ke Dashboard

Formulir Pendaftaran Pengujian

Lengkapi data pengujian laboratorium Anda

Step 5 dari 5

100% Selesai

Data Pelanggan

Maksud

Data Sampel

Parameter

Ringkasan

Ringkasan & Konfirmasi

Periksa kembali data permohonan pengujian Anda sebelum mengirimkan

Data Pelanggan

Nama Pelanggan

Instansi

No. Telepon

Alamat

Maksud Pengujian

Data Pengambilan Sampel

Metode Pengambilan

Parameter yang Dipilih

BOD - Limbah

1 sampel

Rp 25.000

Total: 1 parameter x sampel

Total Estimasi Biaya Pengujian

Total Perkiraan Biaya

Rp 25.000

* Harga yang tertera adalah estimasi. Biaya final akan dikonfirmasi oleh admin laboratorium dan dapat disesuaikan dengan metode yang ditetapkan oleh Kasi Pengujian.

Saya menyetujui biaya dan ketentuan pengujian yang berlaku di laboratorium ini. Saya memahami bahwa permohonan ini akan diverifikasi terlebih dahulu sebelum dilakukan pembayaran.

← Kembali

Kirim Permohonan

Gambar 4. 4 Prototype Iterasi 1 Ringkasan Pendaftaran

82



Portal Admin

Lab Lingkungan

Dashboard

Permohonan Uji

Cari nomor registrasi, nama pelanggan, atau invoice...



0



Administrator

REG-2025-001

Menunggu Validasi Admin

Kembali ke Daftar

PT Sumber Tirta

Industri Pengolahan Air

Air Sungai • Bekasi, Jawa Barat

Status Terbaru

Lihat Riwayat (0 sebelumnya)

Permohonan Dibuat

Terbaru

Permohonan pengujian didaftarkan oleh pelanggan

10 Jan 2025 • 10:30 • oleh PT Sumber Tirta

Validasi Permohonan

Pembayaran & Tagihan

Jadwal Pengambilan (PCC)

Penerimaan Sampel & Barcode

Tanggal Terima

Jam Terima

Kondisi Sampel

Catatan Petugas

Catatan penerimaan sampel...

Upload Foto Sampel (Opsional)

Pilih Foto

Buat ID & Barcode Sampel Otomatis

Simpan & Buat Barcode

Gambar 4. 5 Prototype Iterasi 1 Penerimaan Sampel Admin

Portal Analis

Lab Lingkungan

Dashboard

Daftar Sampel yang Ditugaskan

1

Detail Sampel

Cari REG-2025-xxx / SPL-2025-xxx / Parameter...

egdxeg

Analisis Pengujian

Kembali ke Daftar Sampel

Detail Sampel

Nomor Registrasi

REG-2025-005

Nomor Sampel

SPL-2025-001

Jenis Sampel

Air Sungai

Status Worksheet

Menunggu Input Worksheet

Informasi Sampel

Pelanggan

PT. XYZ Indonesia

Tanggal Sampling

10-01-2026

Tanggal Diterima

11-01-2026

Kode Contoh

AS-001-2026

Kondisi Sampel

Baik, tidak ada kerusakan

Parameter & Metode (Read-only)

Parameter	Metode	Satuan
pH	SNI 6989.11:2019 (pH Meter)	-
Suhu	SNI 06-6989.23-2005 (Termometer)	°C
DHL	SNI 06-6989.1-2004 (Konduktometer)	µS/cm

* Metode pengujian telah ditentukan oleh Penyelenggara Pengujian dan tidak dapat diubah

Lembar Kerja Analis (Worksheet)

Tanggal Sampling

10-01-2026

Jenis Contoh

Air Sungai

Metode

pH, Suhu, DHL

Abnormalitas Sampel

Tidak ada / Berikan catatan...

Tanggal Pengiriman

15-01-2026

Tanggal Selesai

DD-MM-YYYY

No	Jenis Analis / Kode Contoh	Vol. Analis (mL)	pH (I)	pH (II)	pH (III)	Rata-rata pH	Selisih Pengukuran	Suhu (I) °C	Suhu (II) °C
1	Air Sungai AS-001-2026	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0

📖

Petunjuk Pengisian:

Kolom dengan latar belakang hijau adalah hasil perhitungan otomatis

% RPD harus < 1% (jika > 1%, akan ditampilkan dengan latar belakang merah)

Pastikan semua field wajib terisi sebelum mengirim worksheet

Anda dapat menyimpan draft terlebih dahulu sebelum mengirim

💾

Simpan Draft

➤

Kirim Worksheet

Gambar 4. 6 Prototype Iterasi 1 Hasil Analis

84

Worksheet Detail - SPL-2025-001
Metode: Termometer

Nomor Sampel: SPL-2025-001 Analis: Analis A - Ahmad Fauzi Tanggal Pengujian: 15-01-2026

No.	Jenis Analit	Vol. Analit (mL)	Suhu (I) °C	Suhu (II) °C	Suhu (III) °C	Rata-Rata Suhu	% RPD (<1%)
1	Air Sungai	100	27.00	27.10	27.00	27.03	0.00

Catatan Quality Control
% RPD (Relative Percent Difference) harus < 1% untuk memastikan konsistensi pengukuran ✓ Suhu RPD memenuhi standar

[Request Revision](#) [Approve Worksheet](#)

Gambar 4. 7 Prototype Iterasi 1 Hasil Penyelia

UNIVERSITAS ANDALAS

← Kembali ke Riwayat

Detail Permohonan

Nomor Registrasi: REG-2025-004 Jenis Sampel: Air Tanah Tanggal Daftar: 11 Januari 2025 Status: **Sampel Diterima**

Validasi Admin Pembayaran Sampel Pengujian Verifikasi Selesai

Status Pembayaran & Tagihan

Ringkasan Tagihan

Nomor Tagihan: INV-2025-001
 Nomor Registrasi: REG-2025-001
 Jenis Sampel: Air Sungai, Air Limbah

Detail Parameter

pH (2x)	Rp 300.000
BOD (2x)	Rp 300.000
COD (1x)	Rp 150.000
TSS (2x)	Rp 300.000
Total Biaya	Rp 1.050.000

Pilih Metode Pembayaran

Transfer Bank GOPAY
 Transfer Bank OVO

Timeline Status

Informasi Sampel

Gambar 4. 8 Prototype Iterasi 1 Pembayaran Pelanggan

4.3.1.2 Evaluate prototype Iterasi Pertama

Evaluasi *prototype* iterasi pertama dilakukan untuk menilai kesesuaian rancangan awal dengan kebutuhan pengguna dan proses layanan laboratorium. Berdasarkan hasil evaluasi, beberapa bagian sudah sesuai, seperti halaman awal, registrasi, *dashboard* pelanggan, alur pendaftaran awal, status dan detail permohonan pelanggan, validasi permohonan admin, serta penugasan dan *review worksheet* penyelia. Bagian-bagian tersebut sudah dapat menggambarkan kebutuhan dasar pengguna dalam mengakses sistem, mengajukan permohonan, melihat status layanan, memvalidasi permohonan, dan meninjau hasil kerja analis.

Hasil evaluasi juga menunjukkan bahwa terdapat beberapa bagian yang belum sesuai dan perlu diperbaiki. Tampilan pemilihan parameter masih menggunakan tanda centang sehingga berpotensi membingungkan pengguna. Ringkasan permohonan masih menampilkan harga, padahal harga seharusnya muncul setelah kepala seksi pengujian menentukan metode uji. Metode pembayaran juga belum dibatasi sesuai kebutuhan sistem. Selain itu, tampilan penerimaan sampel admin masih menggunakan elemen gambar yang tidak diperlukan, fitur kelola akun dan data master belum tersedia, tampilan hasil analis serta hasil penyelia masih terlalu detail, dan alur verifikasi LHU masih perlu disesuaikan agar mendukung proses finalisasi LHU. Hasil evaluasi *prototype* iterasi pertama dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Evaluasi *prototype* iterasi pertama

No.	Bagian <i>prototype</i>	Hasil evaluasi	Status
1	<i>Landing page</i> , <i>register</i> , dan <i>dashboard</i> pelanggan	Halaman awal, registrasi, dan <i>dashboard</i> pelanggan sudah dapat menggambarkan akses awal pelanggan ke sistem.	Sesuai
2	Pendaftaran pelanggan tahap 1 sampai tahap 3	Alur pengisian data pelanggan, maksud pengujian, dan data sampel sudah dapat dipahami.	Sesuai
3	Pilih parameter sampel	Pemilihan parameter masih menggunakan tanda centang sehingga berpotensi membingungkan pengguna.	Tidak sesuai

4	Ringkasan permohonan	Ringkasan masih menampilkan harga, sedangkan harga seharusnya bergantung pada metode uji yang ditentukan oleh kepala seksi pengujian.	Tidak sesuai
5	Pembayaran pelanggan	Metode pembayaran masih belum dibatasi sehingga perlu disesuaikan dengan metode pembayaran yang digunakan pada rancangan sistem.	Tidak sesuai
6	Status dan detail permohonan pelanggan	Halaman status sudah mendukung kebutuhan pelanggan untuk melihat perkembangan layanan.	Sesuai
7	Validasi permohonan admin	Halaman validasi sudah dapat menggambarkan proses admin dalam memeriksa permohonan pelanggan.	Sesuai
8	Penerimaan sampel admin	Tampilan penerimaan sampel masih menggunakan gambar yang tidak diperlukan dalam proses kerja admin.	Tidak sesuai
9	Kelola akun dan data master	Admin belum memiliki rancangan fitur untuk mengelola akun dan data pendukung sistem.	Tidak sesuai
10	Penugasan dan <i>review worksheet</i> penyelia	Halaman sudah menggambarkan kebutuhan penyelia dalam mengelola penugasan dan <i>review</i> hasil kerja analis.	Sesuai
11	Hasil analis	Tampilan hasil analis masih terlalu detail sehingga perlu disederhanakan agar lebih mudah digunakan.	Tidak sesuai
12	Hasil penyelia	Tampilan hasil penyelia masih terlalu detail sehingga perlu disederhanakan agar fokus pada hasil akhir dan proses <i>review</i> .	Tidak sesuai

13	Verifikasi LHU oleh kepala seksi pengujian, dan kepala seksi pengendalian mutu	Alur verifikasi LHU sudah tergambar, tetapi masih perlu disesuaikan pada tahap berikutnya agar mendukung alur finalisasi LHU oleh kepala seksi pengendalian mutu.	Belum sesuai
----	--	---	--------------

Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, *prototype* iterasi pertama belum sepenuhnya memenuhi kebutuhan pengguna. Perbaikan yang perlu dilakukan pada iterasi kedua meliputi penyederhanaan tampilan pemilihan parameter, penghapusan harga pada ringkasan awal, pembatasan metode pembayaran, penyederhanaan halaman penerimaan sampel, penambahan fitur kelola akun, serta penyederhanaan tampilan hasil uji analis dan penyelia. Selain itu, rancangan LHU perlu disesuaikan agar lebih mendukung proses finalisasi dan pengesahan yang akan diterapkan pada sistem.

4.3.2 *Prototype* Iterasi Kedua

Prototype iterasi kedua merupakan hasil pengembangan dari *prototype* iterasi pertama. Iterasi ini dibuat untuk memperbaiki rancangan yang belum sesuai dan menambahkan beberapa halaman yang dibutuhkan oleh pengguna. Perbaikan pada iterasi kedua difokuskan pada tampilan permohonan pelanggan, pembayaran pelanggan, penerimaan sampel admin, hasil analis, hasil penyelia, serta detail LHU sementara kepala seksi pengujian. Selain itu, pada iterasi kedua juga ditambahkan rancangan fitur kelola akun untuk mendukung kebutuhan admin dalam mengelola pengguna sistem.

4.3.2.1 *Develop prototype* Iterasi Kedua

Pada tahap *Develop prototype* iterasi kedua, rancangan sistem dikembangkan berdasarkan hasil evaluasi pada iterasi pertama. Perbaikan dilakukan pada halaman permohonan pelanggan agar alur pengajuan permohonan lebih jelas, halaman pembayaran pelanggan agar metode pembayaran lebih terarah, halaman penerimaan sampel admin agar tampilan lebih sederhana, serta halaman hasil analis dan hasil penyelia agar proses input dan *review* hasil uji lebih mudah dipahami. Selain itu, ditambahkan halaman kelola akun petugas, detail akun petugas, kelola akun pelanggan, dan detail akun pelanggan. Daftar *prototype* yang dibuat pada iterasi kedua dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Daftar *prototype* iterasi kedua

No	Halaman	Aktor	Tujuan <i>prototype</i>
1	Admin kelola akun	Admin	Menampilkan rancangan admin dalam mengelola akun pengguna.
2	Admin penerimaan sampel	Admin	Menampilkan rancangan penerimaan sampel yang telah diperbaiki.
3	Kelola akun petugas	Admin	Menampilkan daftar akun petugas internal laboratorium.
4	Kelola akun detail pelanggan	Admin	Menampilkan detail akun pelanggan yang dikelola admin.
5	Kelola lihat akun pelanggan	Admin	Menampilkan daftar akun pelanggan.
6	Kelola tambah akun petugas	Admin	Menampilkan form penambahan akun petugas internal.
7	Pembayaran pelanggan	Pelanggan	Menampilkan rancangan pembayaran pelanggan yang telah diperbaiki.

No	Halaman	Aktor	Tujuan <i>prototype</i>
8	Permohonan pelanggan tahap 4	Pelanggan	Menampilkan rancangan tahap lanjutan permohonan pelanggan.
9	Hasil penyelia	Penyelia	Menampilkan tampilan hasil uji penyelia yang telah diperbaiki.
10	Admin kelola akun lanjutan	Admin	Menampilkan variasi rancangan pengelolaan akun oleh admin.
11	Hasil analisis	Analisis	Menampilkan tampilan hasil uji analisis yang telah diperbaiki.
12	Detail LHU sementara kepala seksi pengujian	Kepala Seksi Pengujian	Menampilkan detail LHU sementara yang masih perlu dievaluasi.
13	Kelola akun	Admin	Menampilkan rancangan umum pengelolaan akun pengguna.

Gambar *prototype* yang ditampilkan pada iterasi kedua berfokus pada perbaikan dari iterasi pertama dan penambahan rancangan baru. Halaman yang ditampilkan meliputi permohonan pelanggan tahap keempat, pembayaran pelanggan, penerimaan sampel admin, kelola akun petugas, detail kelola akun petugas, kelola akun pelanggan, detail kelola akun pelanggan, hasil analisis, hasil penyelia, dan detail LHU sementara kepala seksi pengujian. Halaman-halaman tersebut menunjukkan bahwa *prototype* iterasi kedua sudah mulai memperjelas alur

administrasi, pembayaran, penerimaan sampel, pengelolaan akun, dan pengelolaan hasil uji. Tampilan *prototype* iterasi kedua dapat dilihat pada Gambar 4.9 sampai Gambar 4.18.

Lab Lingkungan
Sistem Informasi

Dashboard

Daftar Pengujian

Status & Riwayat Sampel

dfid
Pengujian

Keluar

Kembali ke Dashboard

Formulir Pendaftaran Pengujian

Lengkapi data pengujian laboratorium Anda

Step 4 dari 5 80% Selesai

Data Pelanggan Maksud Data Sampel **Parameter** Ringkasan

Parameter Air dan Limbah Cair yang Diuji

Pilih jenis sampel, parameter yang akan diuji, dan jumlah sampel. Metode pengujian akan dipilih oleh Kasi Pengujian.

Jenis Sampel * Parameter Uji * Jumlah Sampel *

Limbah 1 parameter dipilih 1

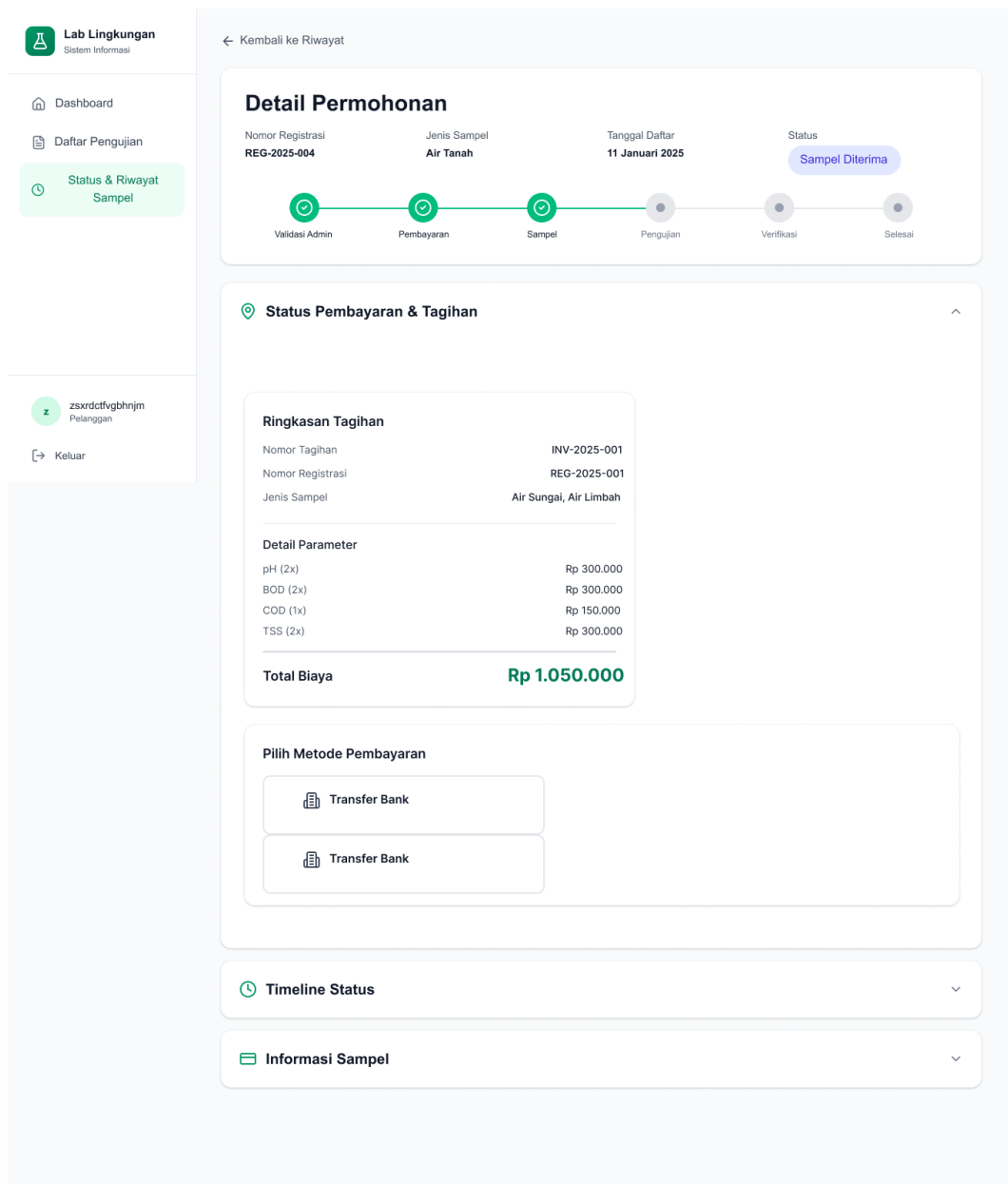
+ Tambah Sampel Baru

Total Jenis Sampel	Total Sampel	Total Parameter
1	1	1

Kembali Lanjutkan

Gambar 4. 9 Prototype Iterasi 2 Permohonan Pelanggan Tahap 4





Gambar 4. 10 Prototype Iterasi 2 Pembayaran Pelanggan



Portal Admin

Lab Lingkungan

Dashboard

Permohonan Uji 5

Pembayaran 3

Sampel 2

Jadwal Pengambilan

Kelola Parameter

Kelola Akun

Cari nomor registrasi, nama pelanggan, atau invoice...



0

Administrator

REG-2025-001

Menunggu Validasi Admin

Kembali ke Daftar

PT Sumber Tirta

Industri Pengolahan Air

Air Sungai • Bekasi, Jawa Barat

Status Terbaru

Lihat Riwayat (0 sebelumnya)

Permohonan Dibuat

Terbaru

Permohonan pengujian didaftarkan oleh pelanggan

10 Jan 2025 • 10:30 • oleh PT Sumber Tirta

Validasi Permohonan

Pembayaran & Tagihan

Jadwal Pengambilan (PCC)

Penerimaan Sampel & Barcode

Tanggal Terima

Jam Terima

Kondisi Sampel

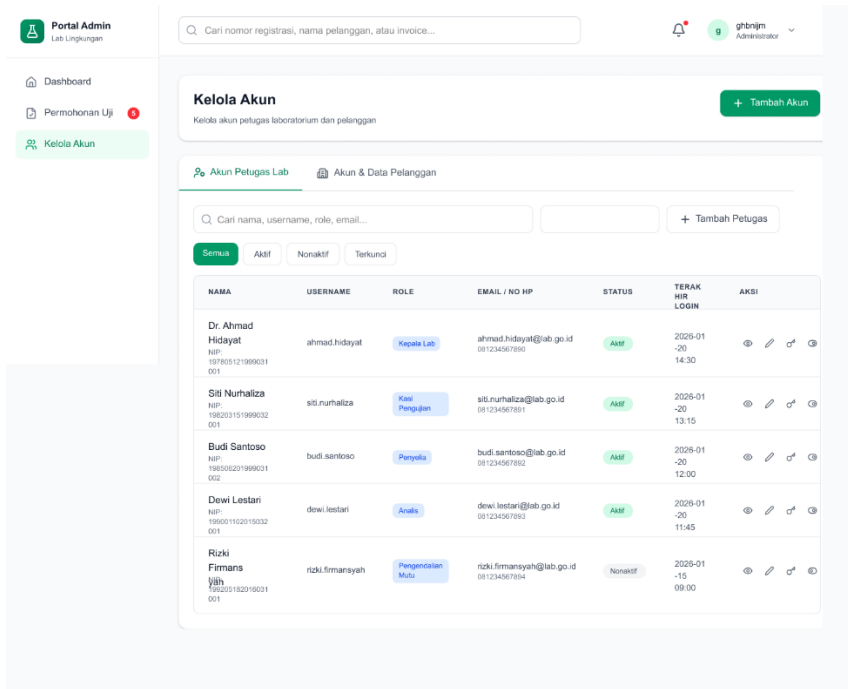
Catatan Petugas

Catatan penerimaan sampel...

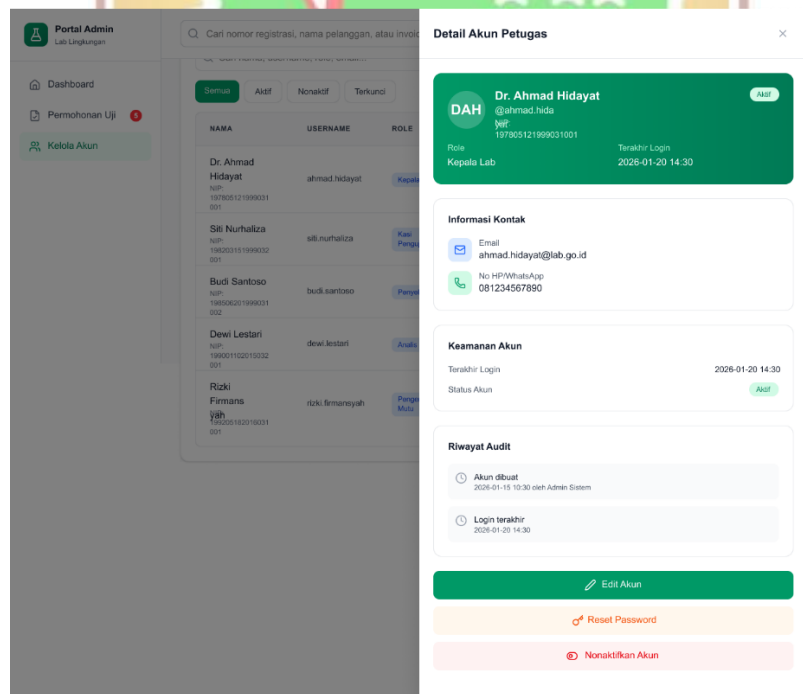
Simpan & Buat Barcode

Gambar 4. 11 Prototype Iterasi 2 Penerimaan Sampel Admin

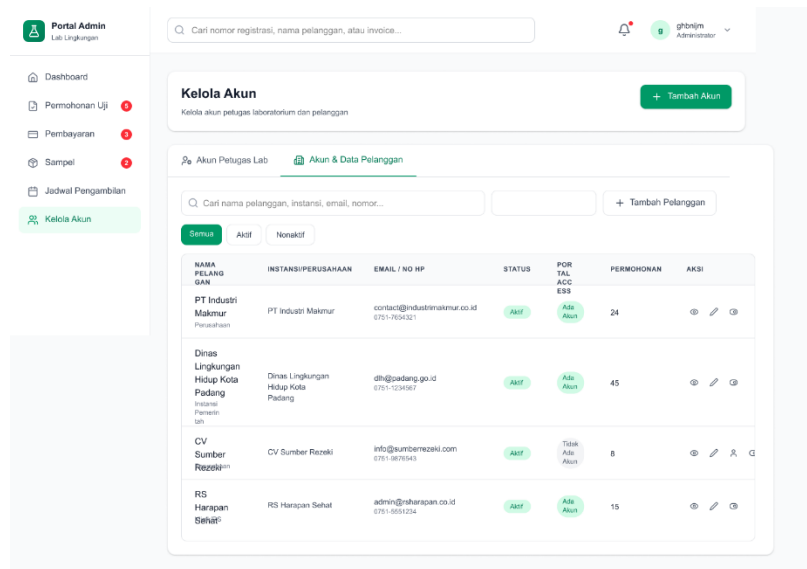
93



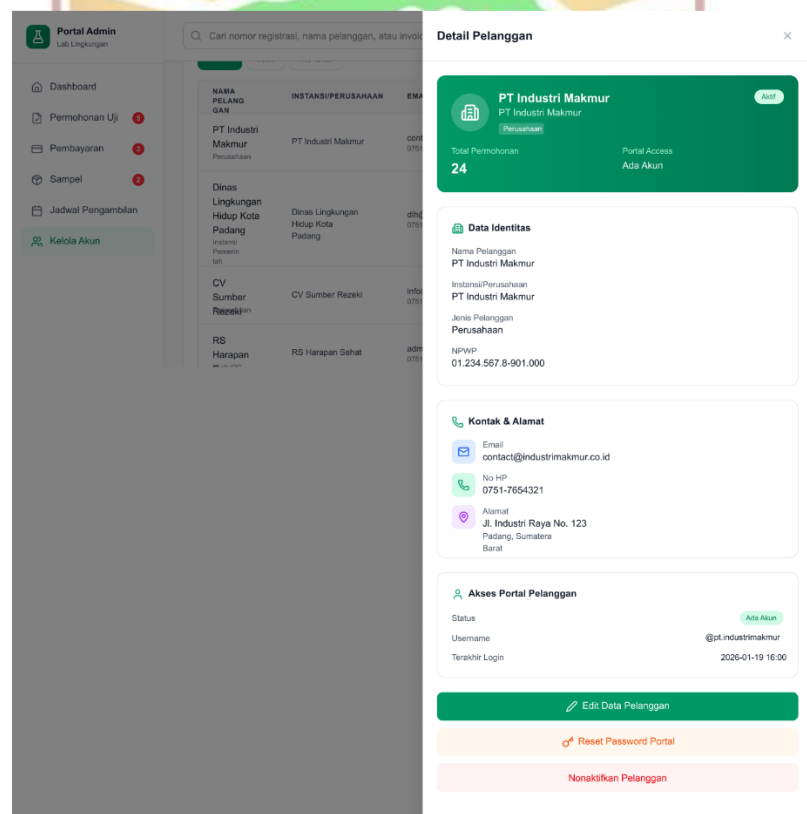
Gambar 4. 12 Prototype Iterasi 2 Kelola Akun Petugas



Gambar 4. 13 Prototype Iterasi 2 Detail Kelola Akun Petugas



Gambar 4. 14 Prototype Iterasi 2 Kelola Akun Pelanggan



Gambar 4. 15 Prototype Iterasi 2 Detail Kelola Akun Pelanggan

Portal Analisis
Lab Lingkungan

Dashboard

Daftar Sampel yang Ditugaskan

Detail Sampel

Cari REG-2025-xxx / SPL-2025-xxx / Parameter...

egdxeg
Analisis Pengujian

Kembali ke Daftar Sampel

Detail Sampel

Nomor Registrasi
REG-2025-005

Nomor Sampel
SPL-2025-001

Jenis Sampel
Air Sungai

Status Worksheet

Menunggu Input Worksheet

Informasi Sampel

Pelanggan
PT. XYZ Indonesia

Tanggal Sampling
10-01-2026

Tanggal Diterima
11-01-2026

Kode Contoh
AS-001-2026

Kondisi Sampel
Baik, tidak ada kerusakan

Parameter & Metode (Read-only)

Parameter	Metode	Satuan
pH	SNI 6989.11:2019 (pH Meter)	-
Suhu	SNI 06-6989.23:2005 (Termometer)	°C
DHL	SNI 06-6989.1-2004 (Konduktometer)	µS/cm

* Metode pengujian telah ditentukan oleh Penyelia/Kasi Pengujian dan tidak dapat diubah

Lembar Kerja Analisis (Worksheet)

Tanggal Sampling
10-01-2026

Jenis Contoh
Air Sungai

Metode
pH, Suhu, DHL

Abnormalitas Sampel
Tidak ada / Berikan catatan...

Tanggal Pengerjaan
15-01-2026

Tanggal Selesai
DD-MM-YYYY

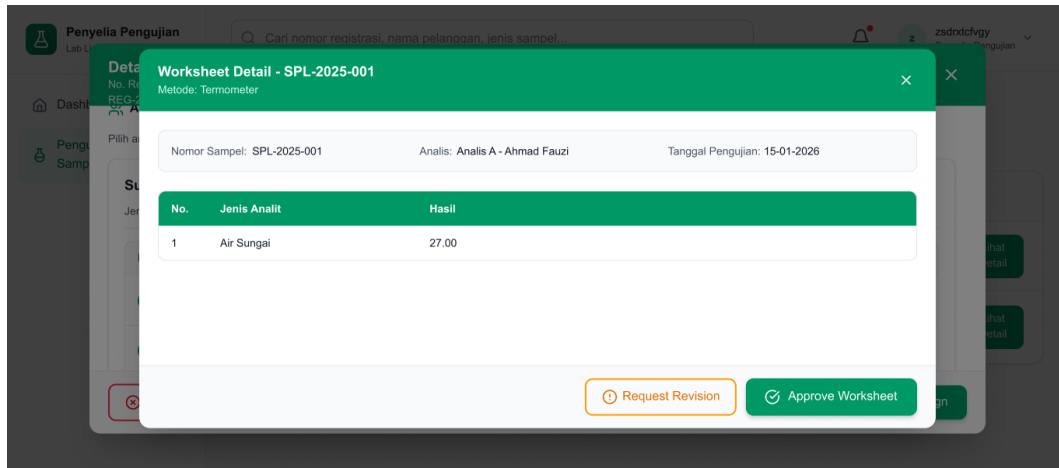
No	Jenis Analit / Kode Con toh	Hasil
1	Air Sungai AS-001-2026	100

Simpan Draft

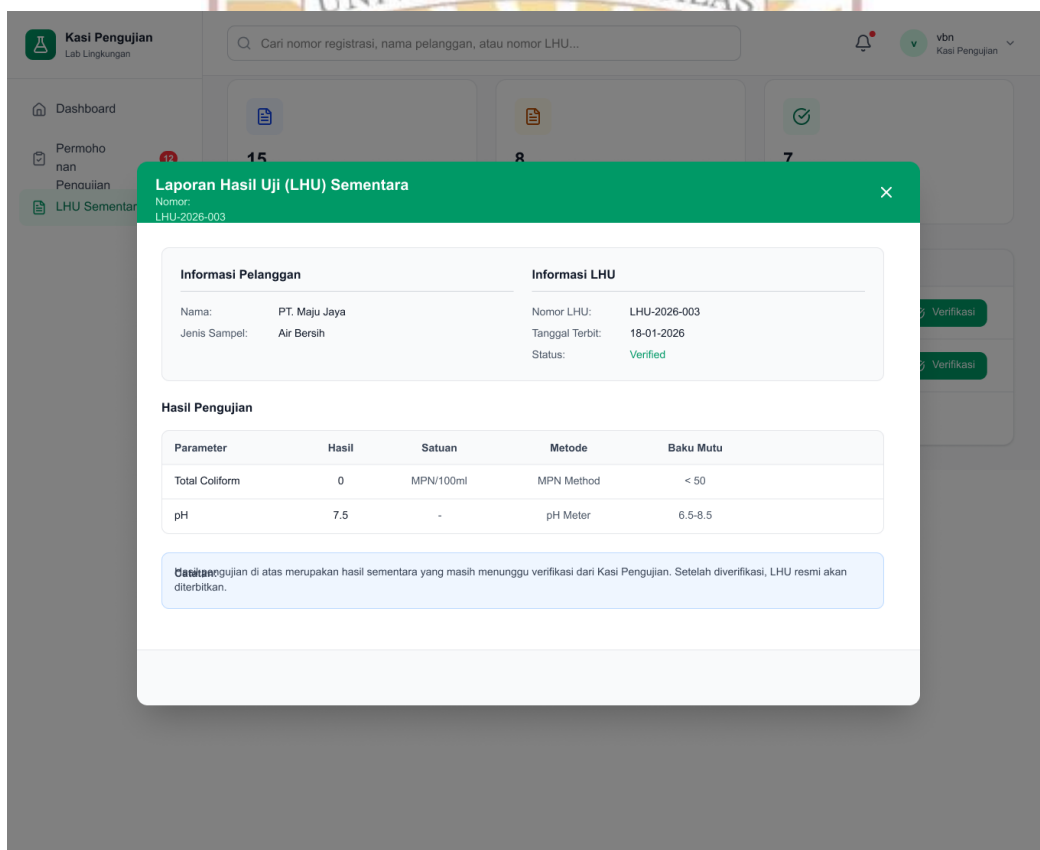
Kirim Worksheet

Gambar 4. 16 Prototype Iterasi 2 Hasil Analisis

96



Gambar 4. 17 Prototype Iterasi 2 Hasil Penyelia



Gambar 4. 18 Prototype Iterasi 2 Detail LHU Sementara

4.3.2.2 Evaluate prototype Iterasi Kedua

Evaluasi *prototype* iterasi kedua dilakukan untuk menilai hasil perbaikan dari iterasi pertama. Berdasarkan hasil evaluasi, sebagian besar rancangan sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna. Ringkasan permohonan tidak lagi menampilkan harga pada tahap awal karena informasi biaya diarahkan setelah

metode uji ditentukan. Tampilan pembayaran pelanggan sudah lebih terarah dan metode pembayaran telah dibatasi sesuai kebutuhan sistem. Tampilan penerimaan sampel admin juga sudah lebih sederhana dan tidak lagi menggunakan elemen gambar yang tidak diperlukan. Selain itu, rancangan kelola akun, kelola akun petugas, detail akun pelanggan, tambah akun petugas, hasil analisis, dan hasil penyelia sudah mendukung kebutuhan pengguna.

Meskipun sebagian besar rancangan sudah sesuai, evaluasi pada iterasi kedua masih menunjukkan beberapa kebutuhan tambahan. Pemilihan parameter masih perlu dilengkapi dengan pilihan standar atau regulasi yang digunakan dalam pengujian. Detail LHU sementara kepala seksi pengujian juga masih perlu disesuaikan agar informasi yang ditampilkan tidak terlalu detail dan tetap sesuai dengan kebutuhan verifikasi. Selain itu, pengendalian mutu belum memiliki halaman riwayat LHU. Hasil evaluasi *prototype* iterasi kedua dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Daftar *prototype* iterasi kedua

No.	Bagian <i>prototype</i>	Hasil evaluasi	Status
1	Pilih parameter sampel	Tampilan pemilihan parameter sudah lebih jelas dibandingkan iterasi pertama, tetapi pelanggan masih perlu memilih standar atau regulasi yang digunakan.	Belum sesuai
2	Ringkasan permohonan	Harga tidak lagi menjadi fokus pada ringkasan awal karena informasi biaya diarahkan setelah metode uji ditentukan.	Sesuai
3	Pembayaran pelanggan	Metode pembayaran sudah dibuat lebih terarah dan dibatasi sesuai kebutuhan layanan.	Sesuai
4	Penerimaan sampel admin	Tampilan penerimaan sampel sudah lebih sederhana dan tidak menggunakan gambar yang tidak diperlukan.	Sesuai
5	Kelola akun	Admin sudah memiliki rancangan fitur untuk mengelola akun pengguna.	Sesuai

No.	Bagian <i>prototype</i>	Hasil evaluasi	Status
6	Kelola akun petugas	Rancangan daftar akun petugas sudah mendukung kebutuhan admin dalam mengelola pengguna internal laboratorium.	Sesuai
7	Detail akun pelanggan	Rancangan detail akun pelanggan sudah mendukung kebutuhan admin dalam melihat informasi pelanggan.	Sesuai
8	Tambah akun petugas	Rancangan tambah akun petugas sudah mendukung kebutuhan admin dalam menambahkan pengguna internal.	Sesuai
9	Hasil analisis	Tampilan hasil analisis sudah lebih sederhana dibandingkan iterasi pertama.	Sesuai
10	Hasil penyelia	Tampilan hasil penyelia sudah lebih ringkas dan sesuai dengan kebutuhan <i>review</i> hasil uji.	Sesuai
11	Detail LHU sementara kepala seksi pengujian	Rancangan detail LHU sementara masih perlu disesuaikan agar informasi yang ditampilkan tidak terlalu detail dan tetap sesuai kebutuhan verifikasi.	Belum sesuai
12	Riwayat LHU pengendalian mutu	Pengendalian mutu belum memiliki halaman riwayat LHU.	Tidak sesuai

Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, *prototype* iterasi kedua sudah menunjukkan perbaikan yang lebih baik dibandingkan iterasi pertama. Namun, masih terdapat kebutuhan tambahan yang perlu dikembangkan pada iterasi ketiga, yaitu penambahan standar atau regulasi pada proses permohonan pelanggan, penyempurnaan tampilan detail LHU sementara, serta penambahan halaman riwayat LHU untuk kepala seksi pengendalian mutu. Kebutuhan tersebut menjadi dasar pengembangan *prototype* iterasi ketiga.

4.3.3 *Prototype* Iterasi Ketiga

Prototype iterasi ketiga merupakan pengembangan akhir sebelum sistem masuk ke tahap *Specify system*. Iterasi ini dibuat untuk melengkapi kebutuhan yang belum tersedia pada iterasi kedua. Pengembangan utama pada iterasi ketiga berfokus pada penambahan pilihan standar atau regulasi pada permohonan pelanggan, dan halaman riwayat LHU untuk pengendalian mutu. Dengan adanya pengembangan ini, *prototype* menjadi lebih lengkap karena sudah mencakup kebutuhan utama pada alur permohonan dan pengelolaan LHU.

4.3.3.1 *Develop prototype* Iterasi Ketiga

Pada tahap *Develop prototype* iterasi ketiga, rancangan sistem dikembangkan dengan menambahkan halaman permohonan pelanggan tahap kelima yang memuat pilihan standar atau regulasi pengujian. Penambahan ini dilakukan karena pada iterasi sebelumnya pelanggan belum memiliki pilihan acuan standar atau regulasi yang digunakan pada proses permohonan. Selain itu, dikembangkan juga halaman riwayat LHU untuk pengendalian mutu. Halaman riwayat LHU pengendalian mutu digunakan untuk melihat dokumen LHU yang telah diproses. Daftar *prototype* yang dibuat pada iterasi ketiga dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Daftar *prototype* iterasi ketiga

No.	Halaman	Aktor	Tujuan <i>prototype</i>
1	Permohonan pelanggan tahap 5	Pelanggan	Menampilkan penambahan pilihan standar atau regulasi pada proses permohonan.
2	Riwayat LHU pengendalian mutu	Pengendalian Mutu	Menampilkan riwayat LHU yang telah diproses oleh pengendalian mutu.

Gambar *prototype* yang ditampilkan pada iterasi ketiga merupakan rancangan tambahan yang menjadi hasil pengembangan akhir dari evaluasi iterasi

kedua. Halaman yang ditampilkan meliputi permohonan pelanggan tahap kelima dengan penambahan regulasi dan riwayat LHU pengendalian mutu. Kedua halaman tersebut dipilih karena menjadi bagian yang melengkapi kebutuhan akhir sistem sebelum masuk ke tahap spesifikasi final. Tampilan *prototype* iterasi ketiga dapat dilihat pada Gambar 4.19 sampai Gambar 4.20.

Lab Lingkungan
Sistem Informasi

← Kembali ke Dashboard

Formulir Pendaftaran Pengujian

Lengkapi data pengujian laboratorium Anda

Step 4 dari 5 80% Selesai

Data Pelanggan Maksud Data Sampel Parameter Ringkasan

Parameter Air dan Limbah Cair yang Diuji

Pilih jenis sampel, parameter yang akan diuji, dan jumlah sampel. Metode pengujian akan dipilih oleh Kasi Pengujian.

Jenis Sampel * Pilih Standar * Parameter Uji * Jumlah Sampel *

Limbah 1 parameter dipilih 1 parameter dipilih 1

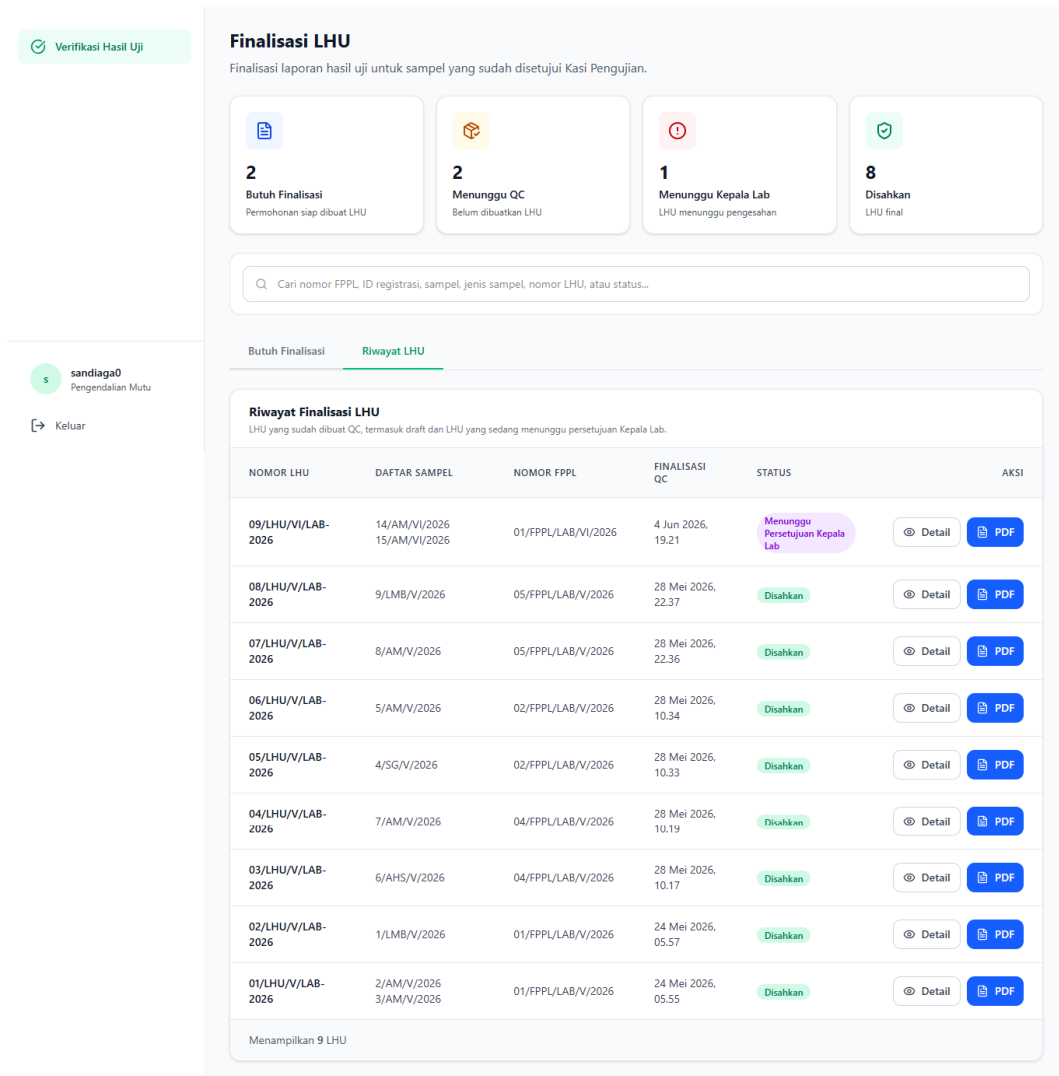
+ Tambah Sampel Baru

Total Jenis Sampel **1** Total Sampel **1** Total Parameter **1**

← Kembali Lanjutkan →

Gambar 4. 19 Prototype Iterasi 3 Permohonan Penambahan Regulasi





Gambar 4. 20 Prototype Iterasi 3 Riwayat LHU Pengendalian Mutu

4.3.3.2 Evaluate prototype Iterasi Ketiga

Evaluasi *prototype* iterasi ketiga dilakukan untuk memastikan bahwa rancangan akhir sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna dan proses layanan laboratorium. Berdasarkan hasil evaluasi, permohonan pelanggan tahap kelima sudah sesuai karena pelanggan dapat memilih standar atau regulasi yang digunakan dalam proses permohonan pengujian. Halaman riwayat LHU pengendalian mutu juga sudah sesuai karena dapat digunakan untuk melihat LHU yang telah diproses oleh pengendalian mutu.

Hasil evaluasi juga menunjukkan bahwa alur utama *prototype* telah mencakup proses layanan laboratorium secara menyeluruh. *Prototype* sudah menggambarkan proses mulai dari permohonan pengujian, pembayaran,

pengelolaan sampel, input hasil uji, *review* hasil uji, finalisasi LHU, sampai pengambilan LHU. Hasil evaluasi *prototype* iterasi ketiga dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Evaluasi *prototype* iterasi ketiga

No.	Bagian <i>prototype</i>	Hasil evaluasi	Status
1	Permohonan pelanggan tahap 5	Pelanggan sudah dapat memilih standar atau regulasi pada proses permohonan pengujian.	Sesuai
2	Riwayat LHU pengendalian mutu	Pengendalian mutu sudah memiliki halaman riwayat LHU untuk melihat dokumen yang telah diproses.	Sesuai
3	Alur utama <i>prototype</i>	<i>Prototype</i> telah mencakup alur utama layanan laboratorium, mulai dari permohonan, pembayaran, pengelolaan sampel, input hasil uji, <i>review</i> , finalisasi, pengesahan, sampai pengambilan LHU.	Sesuai

Berdasarkan hasil evaluasi *prototype* iterasi ketiga, rancangan *prototype* telah memenuhi kebutuhan utama sistem. Penambahan standar atau regulasi membantu memperjelas acuan pengujian pada proses permohonan pelanggan. Halaman riwayat LHU juga membantu pengendalian mutu dalam menelusuri dokumen yang telah diproses atau disahkan. Dengan demikian, *prototype* iterasi ketiga digunakan sebagai rancangan akhir yang menjadi dasar dalam penyusunan spesifikasi sistem final pada tahap *Specify system*.

Berdasarkan proses develop and *Evaluate prototype* yang telah dilakukan, pengembangan *prototype* Sistem Informasi Layanan Laboratorium Lingkungan dilakukan secara bertahap melalui tiga iterasi. Iterasi pertama digunakan untuk membuat rancangan awal sistem dan memperoleh masukan terhadap bagian yang belum sesuai. Iterasi kedua digunakan untuk memperbaiki rancangan berdasarkan hasil evaluasi iterasi pertama, terutama pada tampilan permohonan, pembayaran, penerimaan sampel, hasil uji, dan kelola akun. Iterasi ketiga digunakan untuk

melengkapi kebutuhan akhir, yaitu penambahan standar atau regulasi pada permohonan pelanggan serta penambahan riwayat LHU untuk pengendalian mutu.

Hasil akhir dari tahap ini menunjukkan bahwa *prototype* telah mengalami perbaikan berdasarkan evaluasi pada setiap iterasi. *Prototype* iterasi ketiga dinyatakan sesuai karena telah mencakup alur utama layanan laboratorium, mulai dari pendaftaran permohonan pengujian, pembayaran, pengelolaan sampel, penugasan analis, input hasil uji, *review* hasil uji, finalisasi LHU, riwayat LHU, hingga pengelolaan jadwal pengambilan LHU. Oleh karena itu, hasil develop and *Evaluate prototype* digunakan sebagai dasar dalam tahap *Specify system* untuk menetapkan kebutuhan sistem final dan rancangan sistem yang akan diimplementasikan.

4.4 Specify system

Tahap *Specify system* dilakukan untuk menetapkan spesifikasi akhir Sistem Informasi Layanan Laboratorium Lingkungan berdasarkan hasil *Outline requirements*, *Develop prototype*, dan *Evaluate prototype*. Spesifikasi sistem disusun untuk menggambarkan kebutuhan final serta rancangan sistem yang menjadi dasar pada tahap implementasi. Pada tahap ini, spesifikasi sistem dijelaskan melalui kebutuhan sistem final, *Use case diagram*, *Activity diagram*, *Sequence diagram*, *Entity Relationship Diagram*, dan perancangan antarmuka.

4.4.1 Kebutuhan Sistem Final

Kebutuhan sistem final merupakan kebutuhan yang telah disesuaikan berdasarkan hasil evaluasi *prototype*. Kebutuhan ini menjadi acuan dalam perancangan dan implementasi Sistem Informasi Layanan Laboratorium Lingkungan. Kebutuhan sistem final terdiri dari kebutuhan fungsional final dan kebutuhan nonfungsional final.

4.4.1.1 Kebutuhan Fungsional Final

Kebutuhan fungsional final menjelaskan fungsi utama sistem yang telah ditetapkan setelah proses evaluasi *prototype*. Kebutuhan ini disusun berdasarkan kebutuhan fungsional awal yang tetap dipertahankan serta kebutuhan baru yang muncul dari hasil evaluasi *prototype*. Hasil kebutuhan fungsional final dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Kebutuhan Sistem Final

No.	Aktor	Kebutuhan Fungsional Akhir
1	Pelanggan	1. Melakukan registrasi akun. 2. Melakukan <i>login</i> ke sistem. 3. Melakukan <i>logout</i> dari sistem. 4. Mengatur ulang kata sandi. 5. Menerima notifikasi. 6. Membuat permohonan pengujian. 7. Melihat detail permohonan. 7. Melihat riwayat permohonan. 8. Melihat <i>Invoice</i>. 11. Melakukan pembayaran. 12. Membatalkan permohonan. 13. Melihat jadwal pengambilan LHU. 14. Melihat LHU 15. Mengajukan perubahan jadwal. 16. Mengonfirmasi jadwal.
2	Admin	1. Melakukan <i>login</i> ke sistem. 2. Melakukan <i>logout</i> dari sistem. 3. Mengatur ulang kata sandi. 4. Menerima notifikasi. 5. Memverifikasi permohonan. 6. Menerima sampel. 7. <i>Generate</i> nomor sampel. 8. Menjadwalkan pengambilan sampel. 9. Menanggapi perubahan jadwal. 10. Mengunggah LHU 11. Mengelola jadwal pengambilan LHU. 12. Mengelola akun petugas.

No.	Aktor	Kebutuhan Fungsional Akhir
		13. Mengelola data master pengujian.
3	Penyelia	1. Melakukan <i>login</i> ke sistem. 2. Melakukan <i>logout</i> dari sistem. 3. Mengatur ulang kata sandi. 4. Menerima notifikasi. 5. Melihat riwayat. 6. Membuat penugasan analisis. 7. Mengubah tenggat penugasan. 8. Memantau penugasan. 9. Mengelola hasil uji subkontrak. 10. Meninjau hasil uji analisis. 11. Meminta revisi hasil uji analisis. 14. Menyetujui hasil uji analisis. 15. Menanggapi permintaan revisi Kasi Pengujian.
4	Analisis	1. Melakukan <i>login</i> ke sistem. 2. Melakukan <i>logout</i> dari sistem. 3. Mengatur ulang kata sandi. 4. Menerima notifikasi. 5. Melihat penugasan. 6. Menyimpan <i>draft</i> hasil uji. 7. Mengirim hasil uji. 8. Mengunggah <i>file</i> 9. Memperbaiki hasil uji.

No.	Aktor	Kebutuhan Fungsional Akhir
5	Kepala Seksi Pengujian	1. Melakukan <i>login</i> ke sistem. 2. Melakukan <i>logout</i> dari sistem. 3. Mengatur ulang kata sandi. 5. Menerima notifikasi. 6. Menentukan metode uji. 7. Meninjau hasil uji. 8. Menyetujui hasil uji. 9. Mengajukan permintaan revisi hasil uji. 10. Melihat riwayat hasil uji.
6	Kepala Seksi Pengendalian Mutu	1. Melakukan <i>login</i> ke sistem. 2. Melakukan <i>logout</i> dari sistem. 3. Mengatur ulang kata sandi. 4. Menerima notifikasi. 5. Melihat antrean finalisasi LHU. 6. Memfinalisasi LHU. 7. Melihat riwayat LHU.

Berdasarkan kebutuhan fungsional final tersebut, terdapat beberapa kebutuhan baru yang muncul dari hasil evaluasi *prototype*, yaitu pemilihan standar atau regulasi pengujian pada permohonan, pengelolaan akun pengguna, pengelolaan data master, dan riwayat LHU. Kebutuhan pemilihan standar atau regulasi muncul karena pada evaluasi *prototype* ditemukan bahwa proses pemilihan parameter masih perlu dilengkapi dengan acuan standar atau regulasi pengujian. Kebutuhan pengelolaan akun pengguna dan data master muncul karena pada evaluasi *prototype* iterasi pertama fitur tersebut belum tersedia. Sementara itu, kebutuhan riwayat LHU muncul karena pada evaluasi *prototype* iterasi kedua Pengendalian Mutu membutuhkan halaman untuk melihat LHU yang telah diproses

atau disahkan. Dengan demikian, kebutuhan fungsional final menjadi hasil penyempurnaan dari kebutuhan awal setelah melalui proses evaluasi *prototype*.

4.4.1.2 Kebutuhan Non-Fungsional Final

Kebutuhan nonfungsional merupakan kebutuhan yang menjelaskan karakteristik yang perlu dipenuhi oleh sistem dalam mendukung pelaksanaan fungsi yang telah ditetapkan pada kebutuhan fungsional final. Kebutuhan nonfungsional pada penelitian ini disusun berdasarkan hasil pengumpulan data, karakteristik penggunaan sistem, serta hasil evaluasi *prototype* bersama pengguna. Hasil evaluasi *prototype* menunjukkan adanya kebutuhan untuk memperjelas penyajian informasi, menyederhanakan beberapa tampilan, dan menyesuaikan interaksi sistem agar lebih mudah digunakan. Selain itu, sebagai sistem berbasis web yang digunakan untuk mendukung proses pelayanan, sistem perlu memberikan respons yang memadai ketika pengguna mengakses halaman maupun menjalankan proses utama. Berdasarkan kondisi tersebut, kebutuhan nonfungsional Sistem Informasi Layanan Laboratorium Lingkungan ditetapkan sebagai berikut:

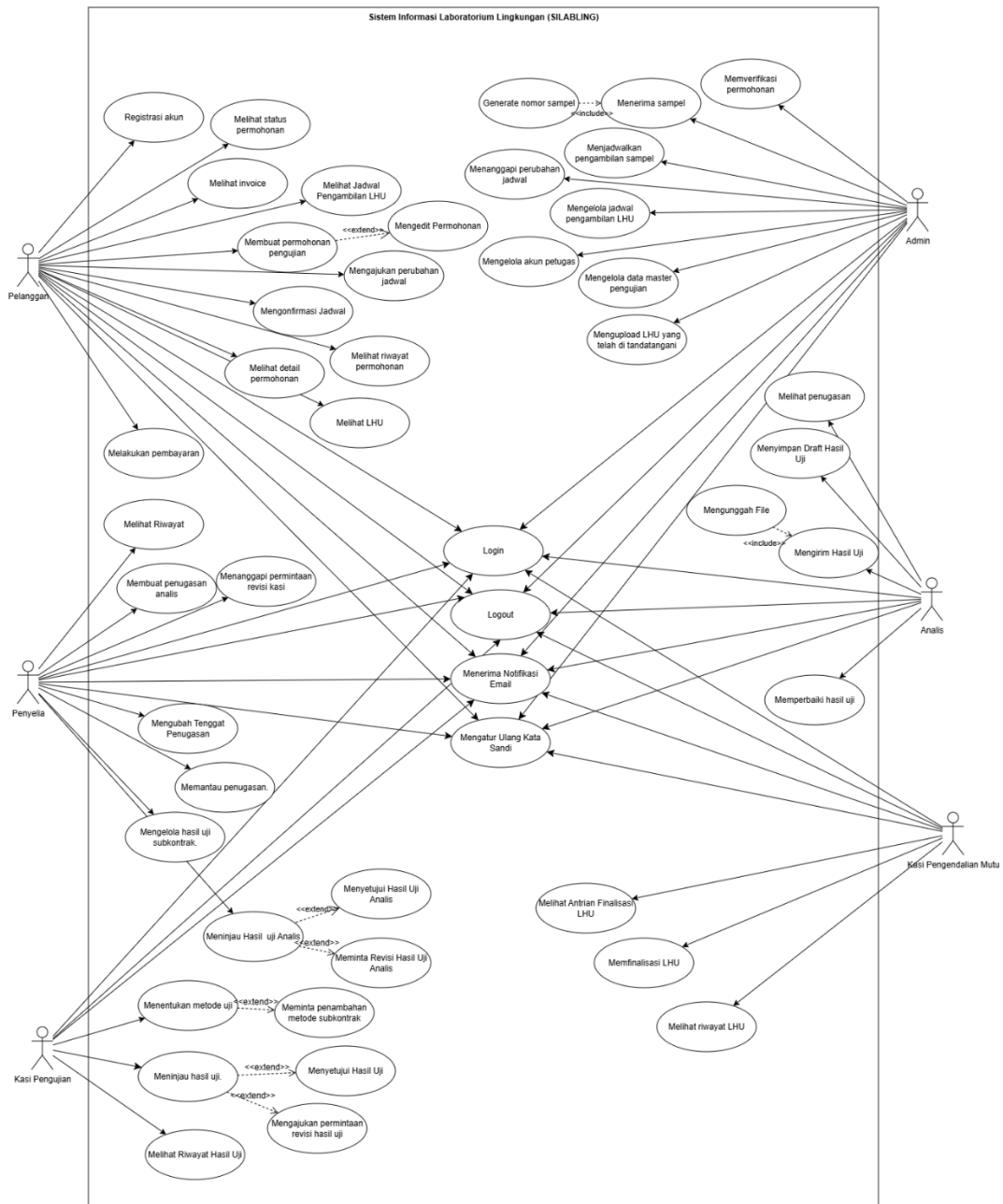
1. Sistem harus memiliki antarmuka yang mudah dipahami oleh pelanggan maupun pengguna internal laboratorium dalam menjalankan fungsi sesuai dengan tugas masing-masing.
2. Sistem harus menampilkan menu, tombol, formulir, dan informasi dengan susunan yang jelas dan konsisten sehingga pengguna dapat memahami tindakan yang perlu dilakukan pada setiap tahapan proses.
3. Sistem harus menggunakan istilah dan penamaan yang konsisten serta sesuai dengan istilah yang digunakan dalam proses pelayanan laboratorium.
4. Sistem harus memberikan pesan validasi atau informasi kesalahan yang jelas ketika data yang dimasukkan belum lengkap, tidak sesuai format, atau tidak dapat diproses sehingga pengguna dapat mengetahui bagian yang perlu diperbaiki.
5. Sistem harus menampilkan status proses dan informasi tahapan layanan secara jelas sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi proses yang sedang berlangsung dan tindakan berikutnya yang perlu dilakukan.

6. Sistem harus menyajikan data dan informasi yang berkaitan dengan aktivitas pengguna secara terstruktur sehingga informasi yang diperlukan pada setiap tahapan layanan dapat ditemukan dan dipahami dengan mudah.

Kebutuhan nonfungsional tersebut digunakan sebagai acuan untuk memastikan bahwa sistem tidak hanya menyediakan fungsi yang sesuai dengan kebutuhan layanan laboratorium, tetapi juga dapat digunakan dengan jelas dan memberikan respons yang memadai pada lingkungan pengujian. Pemenuhan kebutuhan nonfungsional yang dapat diamati dalam ruang lingkup penelitian diverifikasi melalui *system testing*. Sementara itu, *User Acceptance testing* (UAT) digunakan untuk menilai penerimaan pengguna terhadap fungsi dan alur utama sistem berdasarkan kebutuhan fungsional final serta peran masing-masing pengguna.

4.4.2 Use case diagram

Use case diagram digunakan untuk menggambarkan hubungan antara aktor dengan fungsi utama yang terdapat pada Sistem Informasi Laboratorium Lingkungan. *Diagram* ini menunjukkan hak akses dan interaksi setiap pengguna terhadap sistem sesuai dengan perannya masing-masing. Aktor yang terlibat dalam sistem terdiri dari pelanggan, admin, penyelia, analis, kepala seksi pengujian, dan pengendalian mutu. Keenam aktor tersebut menjalankan proses layanan mulai dari permohonan pengujian, verifikasi data, penentuan metode uji, pembayaran, pengelolaan sampel, penugasan analis, pemeriksaan hasil uji, finalisasi LHU, hingga pengaturan jadwal pengambilan LHU. *Use case diagram* Sistem Informasi Laboratorium Lingkungan dapat dilihat pada Gambar 4.21.



Gambar 4. 21 Use case diagram Sistem Informasi Layanan Pengujian Laboratorium Lingkungan

4.4.3 Activity diagram

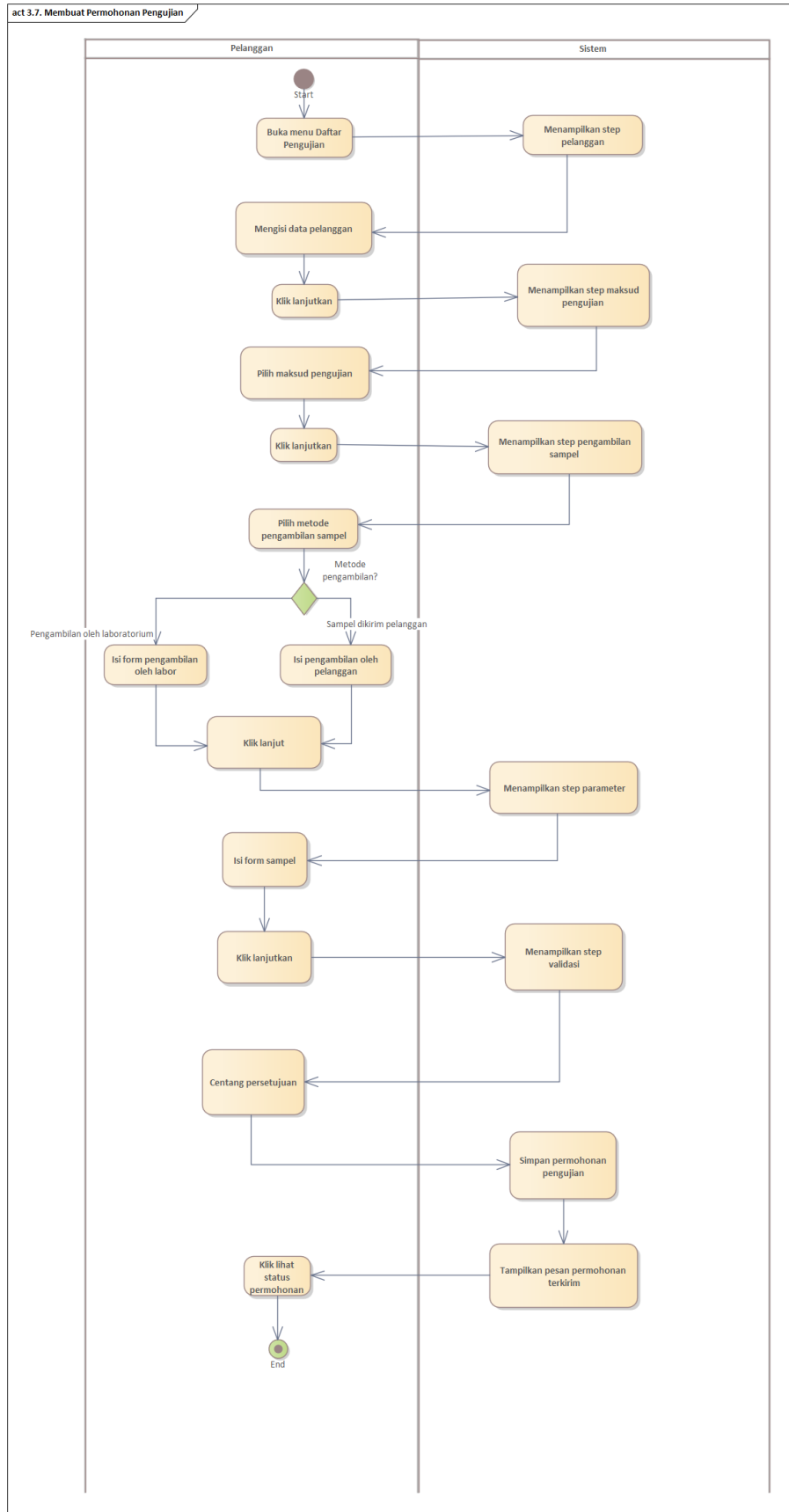
Activity diagram digunakan untuk menjelaskan urutan aktivitas pada fungsi utama sistem secara lebih rinci. Pada Bab IV, *Activity diagram* yang ditampilkan dipilih berdasarkan alur inti layanan yang saling berhubungan, mulai dari pembuatan permohonan, verifikasi, penetapan metode, pembayaran, input hasil uji,

finalisasi LHU, hingga pengelolaan jadwal pengambilan LHU. *Activity diagram* pendukung yang bersifat lebih rinci ditempatkan pada Lampiran C.

4.4.3.1 Membuat Permohonan Pengujian

Activity diagram membuat permohonan pengujian menggambarkan proses pelanggan dalam mengajukan permohonan pengujian melalui sistem. Proses dimulai ketika pelanggan melakukan *login* ke sistem. Setelah berhasil masuk, pelanggan mengisi data permohonan, data sampel, parameter pengujian, serta standar atau regulasi yang digunakan. Sistem kemudian menampilkan ringkasan permohonan agar pelanggan dapat memeriksa kembali data yang telah diisi. Apabila data belum sesuai, pelanggan dapat memperbaiki data permohonan. Apabila data sudah sesuai, pelanggan mengirimkan permohonan pengujian. Permohonan yang telah dikirim akan tersimpan pada sistem dan diteruskan ke admin untuk diverifikasi. Alur *Activity diagram* membuat permohonan pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.22.

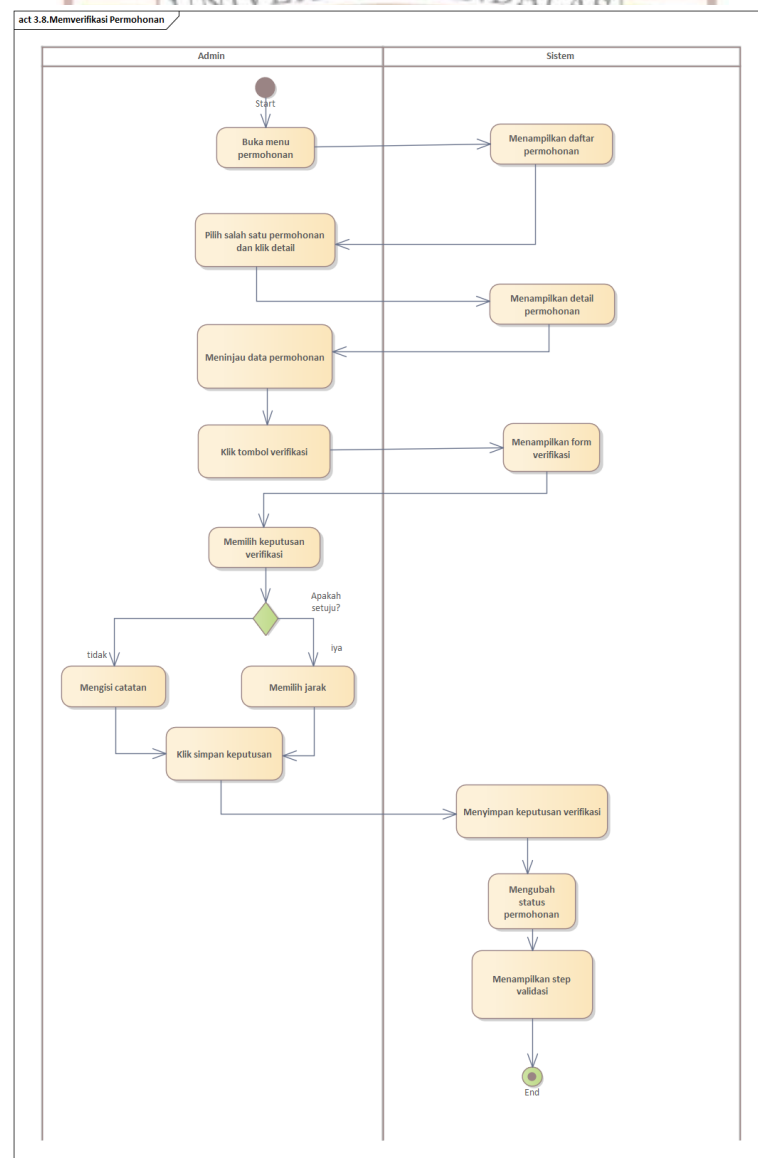




Gambar 4. 22 *Activity diagram* Membuat Permohonan Pengujian

4.4.3.2 Memverifikasi Permohonan

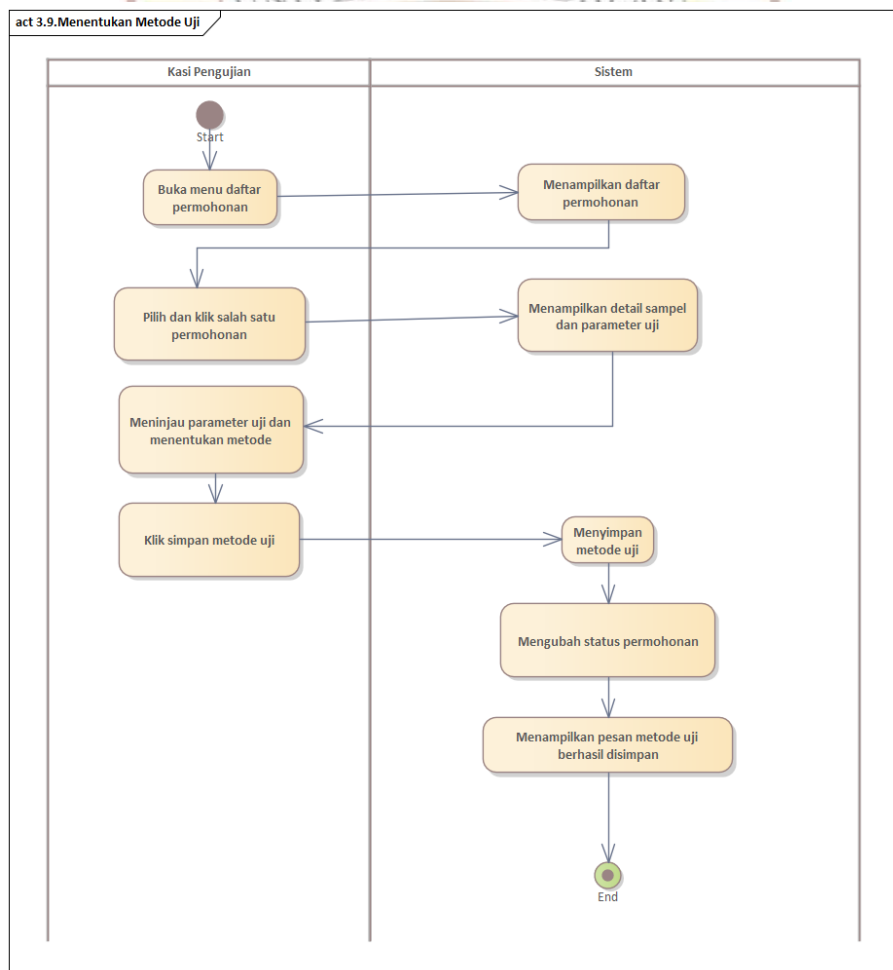
Activity diagram memverifikasi permohonan menggambarkan proses admin dalam memeriksa permohonan pengujian yang telah dikirim oleh pelanggan. Admin membuka daftar permohonan yang masuk, kemudian memeriksa kelengkapan data pelanggan, data sampel, parameter uji, dan informasi pendukung lainnya. Apabila data belum lengkap atau tidak sesuai, admin dapat menolak permohonan atau meminta pelanggan melakukan perbaikan. Apabila data sudah sesuai, admin menyetujui permohonan sehingga proses dapat dilanjutkan ke tahap penentuan metode uji oleh kepala seksi pengujian. Alur *Activity diagram* memverifikasi permohonan dapat dilihat pada Gambar 4.23.



Gambar 4. 23 *Activity diagram* Memverifikasi Permohonan

4.4.3.3 Menentukan Metode Uji

Activity diagram menentukan metode uji menggambarkan proses kepala seksi pengujian dalam menetapkan metode uji berdasarkan permohonan yang telah diverifikasi oleh admin. Kepala seksi pengujian melihat detail permohonan, parameter pengujian, jenis sampel, serta standar atau regulasi yang digunakan. Setelah itu, kepala seksi pengujian menentukan metode uji yang sesuai untuk setiap parameter. Data metode uji yang telah ditentukan menjadi dasar bagi sistem untuk menghitung biaya pengujian dan menghasilkan *Invoice* yang dapat dilihat oleh pelanggan. Alur *Activity diagram* menentukan metode uji dapat dilihat pada Gambar 4.24.

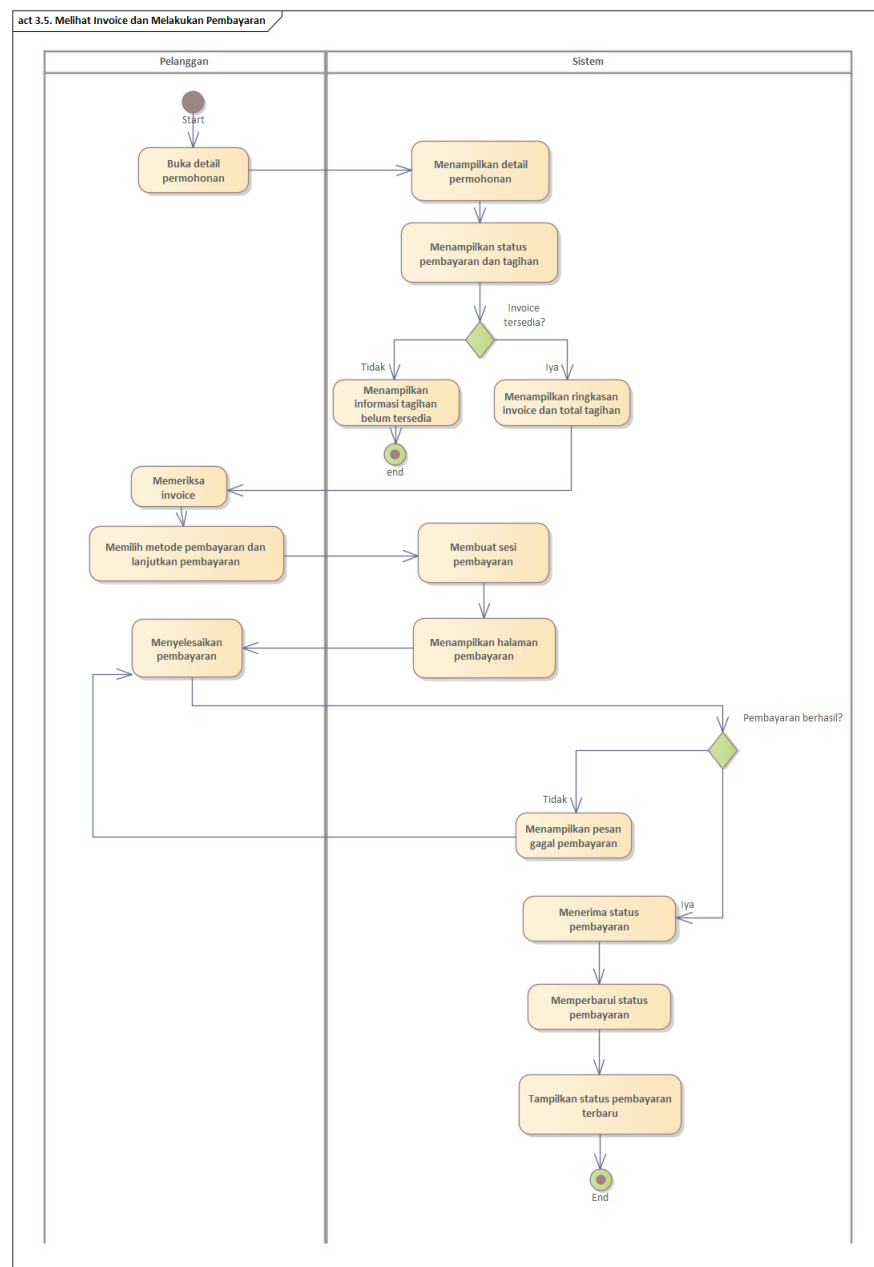


Gambar 4. 24 *Activity diagram* Menentukan Metode Uji

4.4.3.4 Melihat *Invoice* dan Melakukan Pembayaran

Activity diagram melihat *Invoice* dan melakukan pembayaran menggambarkan proses pelanggan dalam menyelesaikan pembayaran berdasarkan

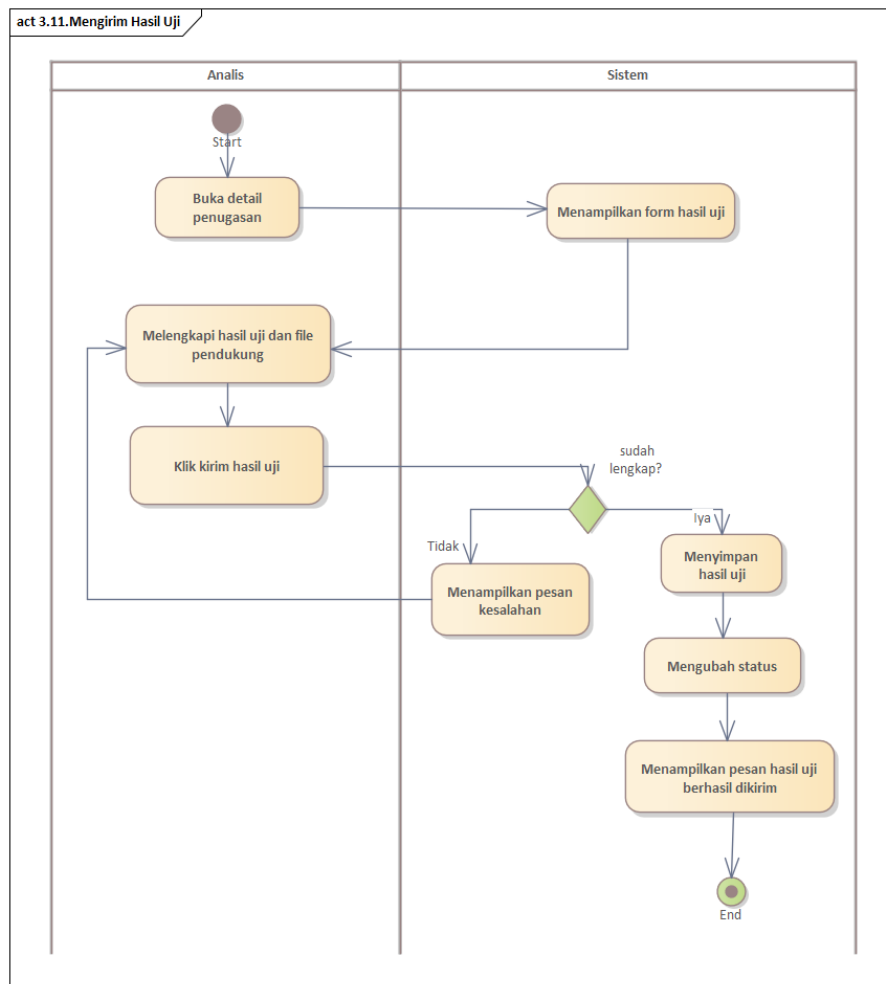
Invoice yang telah diterbitkan. Pelanggan membuka *Invoice* pada sistem, kemudian melakukan pembayaran melalui metode pembayaran yang tersedia. Setelah pembayaran dilakukan, sistem memperbarui status pembayaran. Apabila pembayaran belum berhasil atau belum sesuai, pelanggan perlu melakukan pembayaran ulang atau menunggu proses verifikasi. Apabila pembayaran berhasil, status permohonan diperbarui sehingga proses dapat dilanjutkan ke tahap pengelolaan sampel. Alur *Activity diagram* pembayaran dapat dilihat pada Gambar 4.25.



Gambar 4. 25 *Activity diagram* Melakukan Pembayaran

4.4.3.5 Mengirim Hasil Uji

Activity diagram mengirim hasil uji menggambarkan proses analis dalam mencatat dan mengirimkan hasil pengujian. Analis membuka daftar penugasan, memilih penugasan yang akan dikerjakan, menginput hasil uji sesuai parameter yang telah ditetapkan, dan mengunggah *file* pendukung. Apabila data belum lengkap, analis dapat menyimpan hasil uji sebagai *draft*. Apabila data sudah lengkap, analis mengirimkan hasil uji kepada penyelia untuk ditinjau. Alur *Activity diagram* mengirim hasil uji dapat dilihat pada Gambar 4.26.

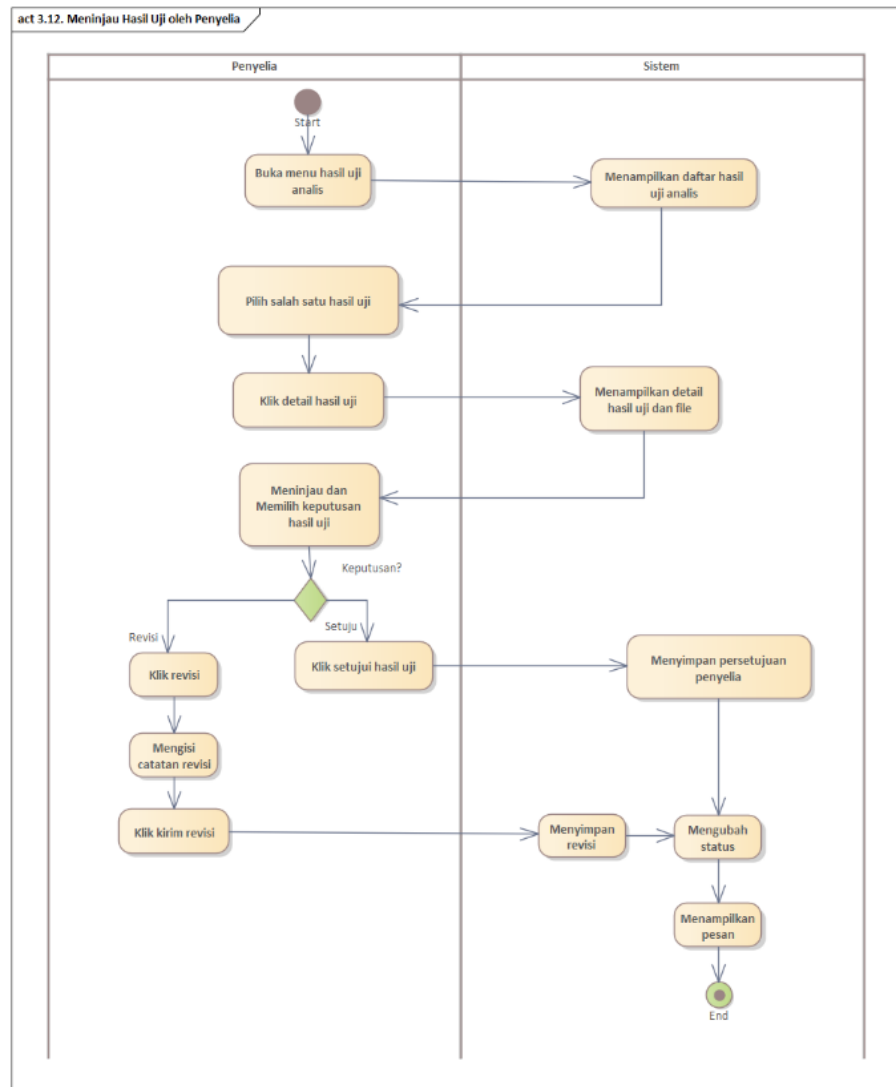


Gambar 4. 26 *Activity diagram* Mengirim Hasil Uji

4.4.3.6 Meninjau Hasil Uji oleh Penyelia

Activity diagram meninjau hasil uji oleh penyelia menggambarkan proses penyelia dalam memeriksa hasil uji yang telah dikirim oleh analis. Penyelia membuka daftar hasil uji yang menunggu *review*, kemudian memeriksa data hasil

uji dan *file* pendukung. Apabila hasil uji belum sesuai, penyelia memberikan catatan revisi dan sistem mengembalikan hasil uji kepada analis untuk diperbaiki. Apabila hasil uji sudah sesuai, penyelia menyetujui hasil uji sehingga proses dapat dilanjutkan ke kepala seksi pengujian. Alur *Activity diagram* finalisasi LHU dapat dilihat pada Gambar 4.27.

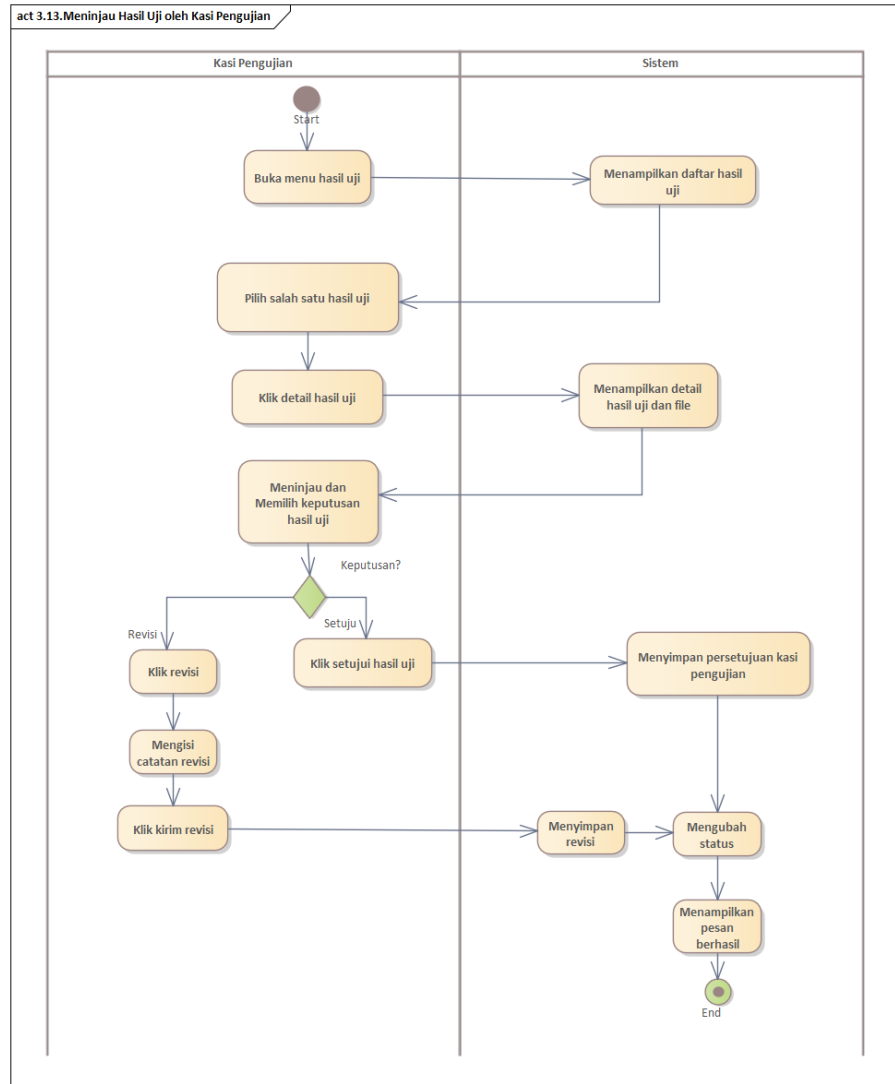


Gambar 4. 27 *Activity diagram* Meninjau Hasil Uji oleh Penyelia

4.4.3.7 Meninjau Hasil Uji oleh Kepala Seksi Pengujian

Activity diagram meninjau hasil uji oleh kepala seksi pengujian menggambarkan proses pemeriksaan lanjutan terhadap hasil uji yang telah disetujui oleh penyelia. Kepala seksi pengujian membuka daftar hasil uji yang perlu ditinjau, kemudian memeriksa kesesuaian hasil uji dengan parameter, metode uji, dan

standar atau regulasi yang digunakan. Apabila terdapat ketidaksesuaian, kepala seksi pengujian mengajukan permintaan revisi. Apabila hasil uji sudah sesuai, kepala seksi pengujian menyetujui hasil uji sehingga dapat dilanjutkan ke tahap finalisasi LHU. Alur *Activity diagram* meninjau hasil uji dapat dilihat pada Gambar 4.28.

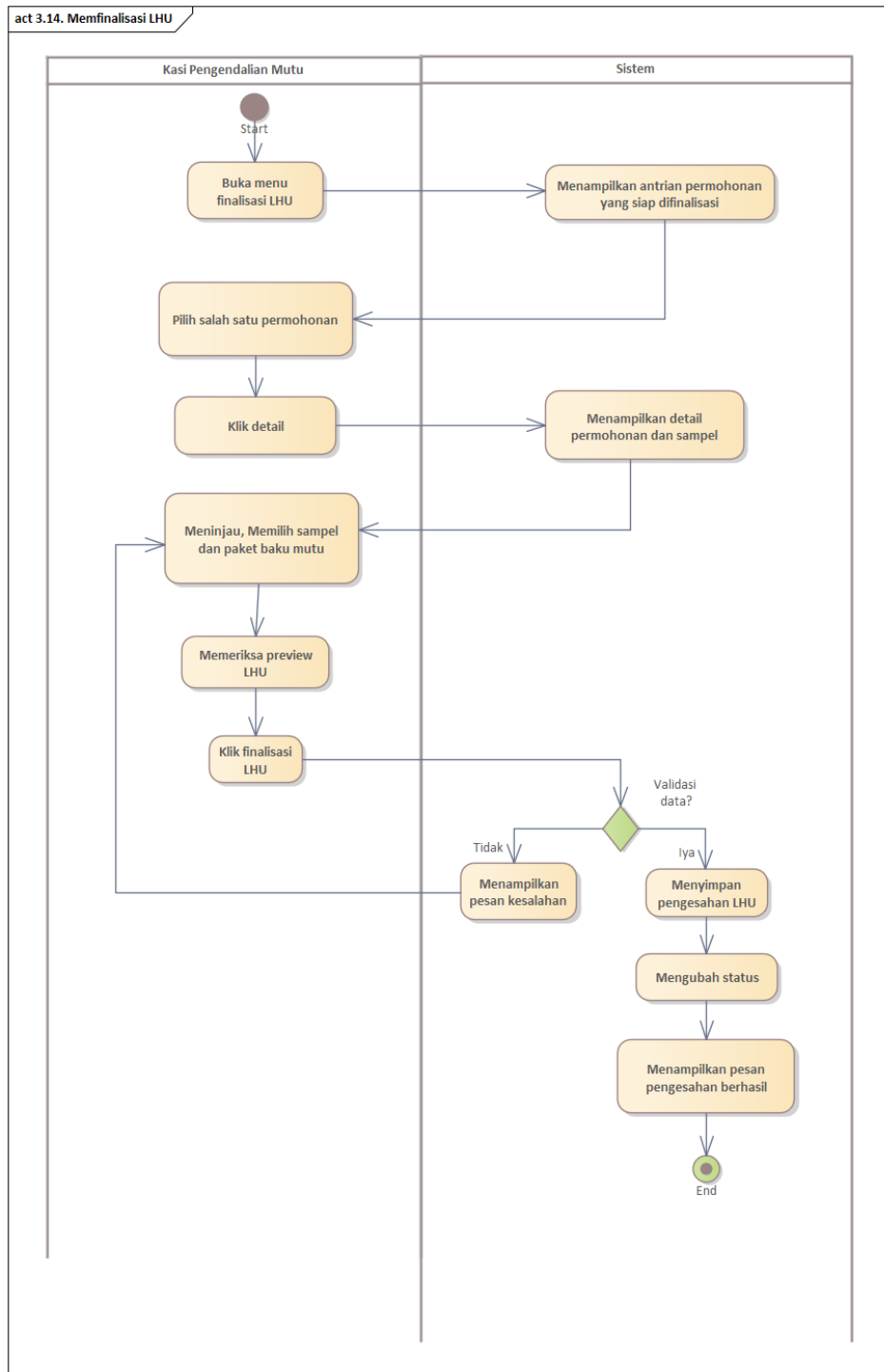


Gambar 4. 28 *Activity diagram* Meninjau Hasil Uji

4.4.3.8 Memfinalisasi LHU

Activity diagram memfinalisasi LHU menggambarkan proses pengendalian mutu dalam memproses hasil uji yang telah disetujui menjadi Laporan Hasil Uji. Pengendalian mutu membuka antrean finalisasi LHU, kemudian memeriksa data hasil uji yang akan dimasukkan ke dalam dokumen LHU. Apabila data belum

sesuai, proses dapat dikembalikan untuk diperbaiki. Apabila data sudah sesuai, pengendalian mutu memfinalisasi LHU. Setelah LHU difinalisasi, dokumen diteruskan untuk proses penandatanganan. Alur *Activity diagram* pengambilan LHU dapat dilihat pada Gambar 4.36.



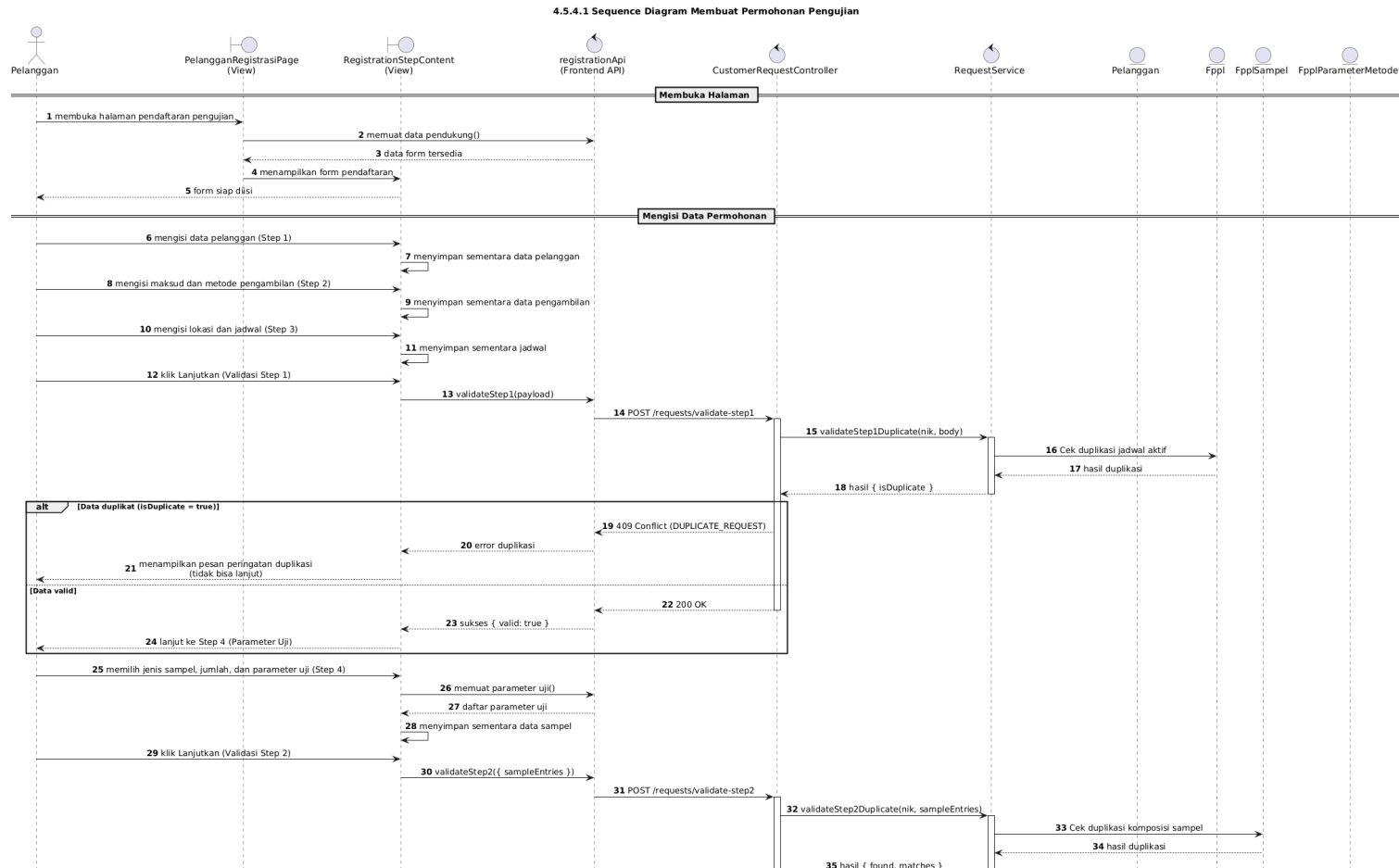
Gambar 4. 29 Activity diagram Memfinalisasi LHU

4.4.4 *Sequence diagram*

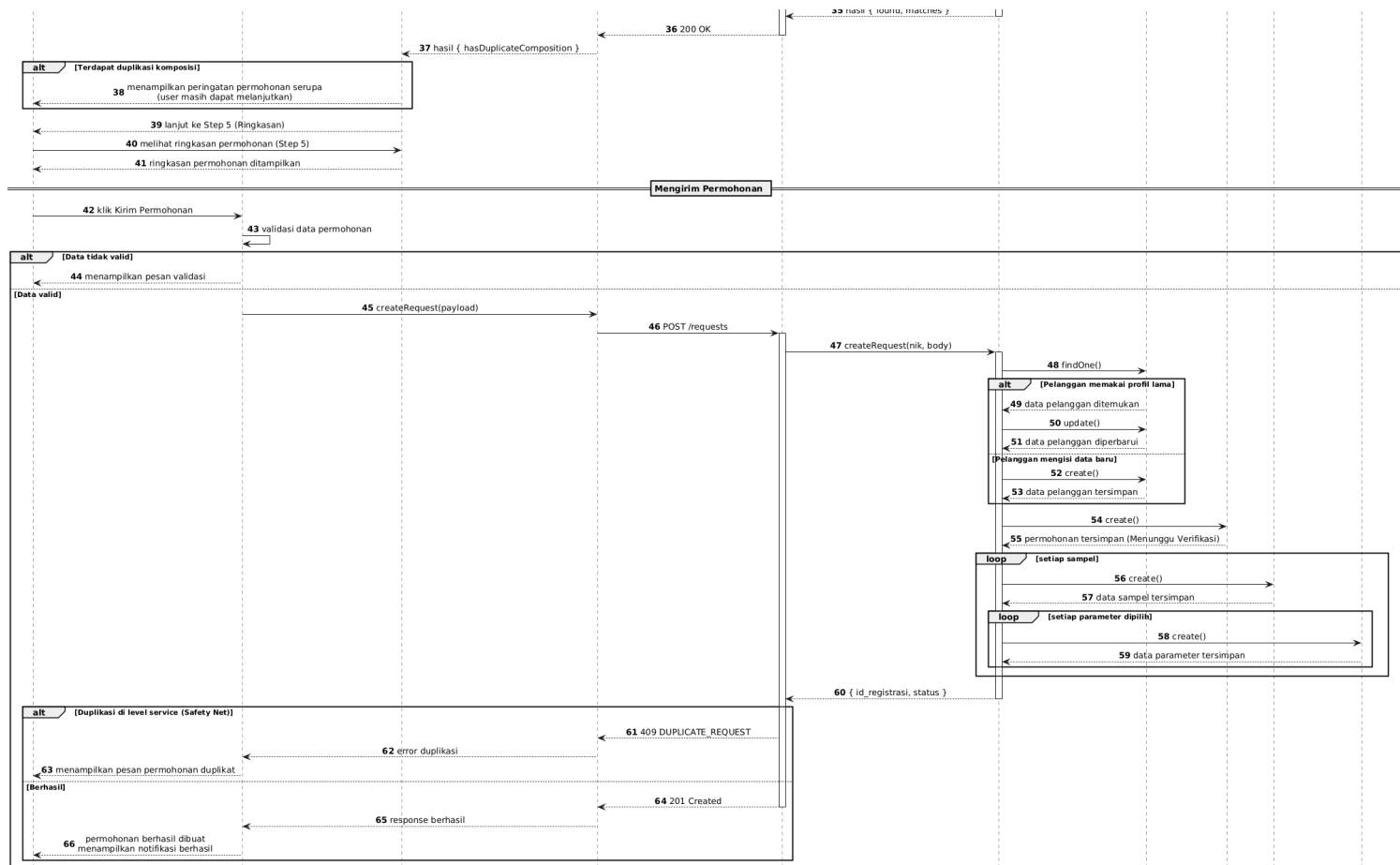
Sequence diagram digunakan untuk menggambarkan urutan interaksi antara aktor, antarmuka sistem, *API Frontend*, *controller*, *service*, dan *model* pada fungsi utama Sistem Informasi Layanan Laboratorium Lingkungan. Pada Bab IV, *Sequence diagram* yang ditampilkan berfokus pada alur utama layanan agar rancangan sistem dapat dibaca secara ringkas dan tidak terlalu teknis. Setiap *Sequence diagram* disusun berdasarkan *use case* utama yang berkaitan langsung dengan proses layanan laboratorium, mulai dari pembuatan permohonan pengujian sampai finalisasi LHU. *Sequence diagram* pendukung yang bersifat lebih rinci ditempatkan pada Lampiran D.

4.4.4.1 **Membuat Permohonan Pengujian**

Sequence diagram membuat permohonan pengujian menggambarkan proses pelanggan dalam mengajukan permohonan pengujian melalui sistem. Proses dimulai ketika pelanggan membuka halaman pendaftaran pengujian, kemudian sistem menampilkan form permohonan beserta data pendukung yang dibutuhkan. Pelanggan mengisi data permohonan, data sampel, parameter uji, serta regulasi yang digunakan. Setelah data diisi, sistem melakukan validasi terhadap kelengkapan data. Apabila data belum lengkap, sistem menampilkan pesan validasi. Apabila data sudah valid, sistem menyimpan data permohonan, data sampel, dan parameter yang dipilih pelanggan. Setelah proses berhasil, sistem menampilkan informasi bahwa permohonan pengujian berhasil dibuat dan status permohonan masuk ke tahap verifikasi admin. *Sequence diagram* membuat permohonan pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.30 – 4.31.



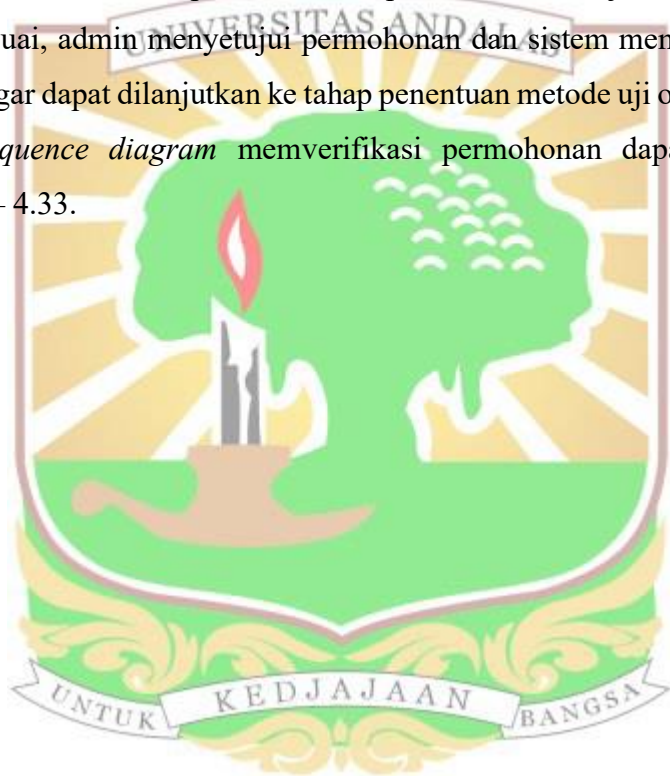
Gambar 4. 30 *Sequence diagram* Membuat Permohonan Pengujian

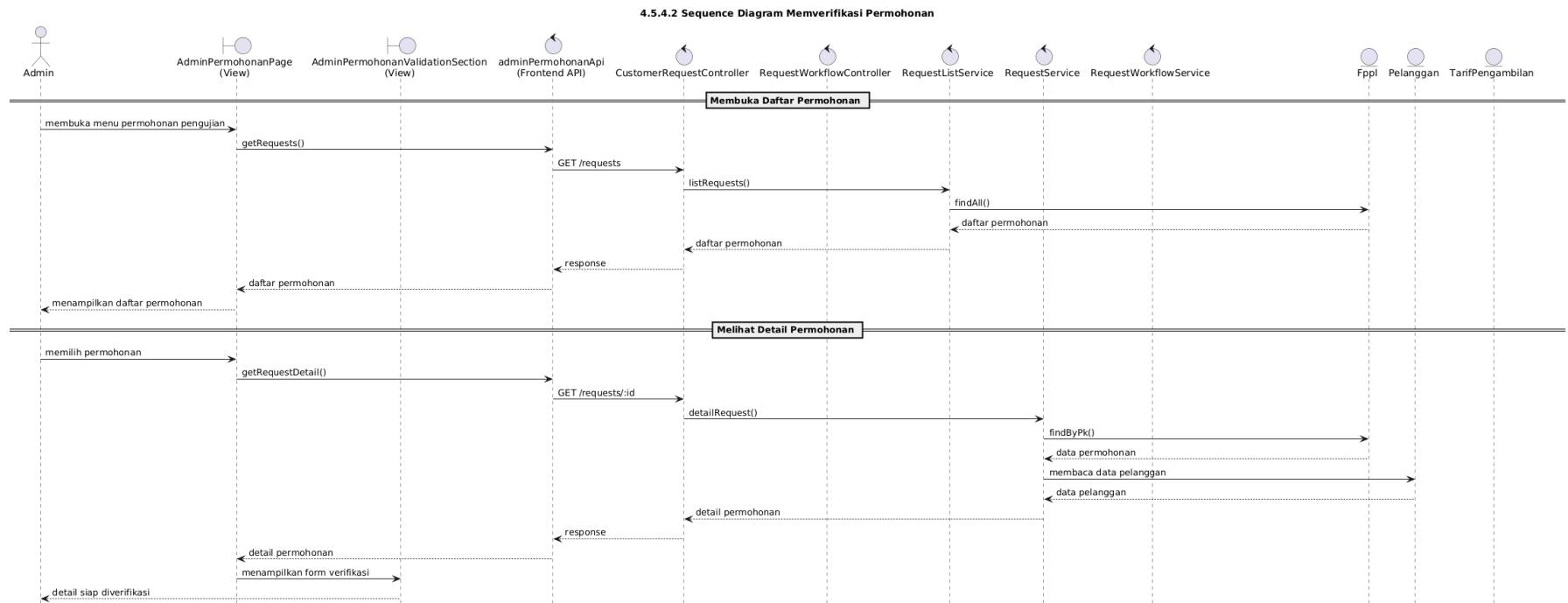


Gambar 4. 31 *Sequence diagram* Membuat Permohonan Pengujian (Lanjutan)

4.4.4.2 Memverifikasi Permohonan

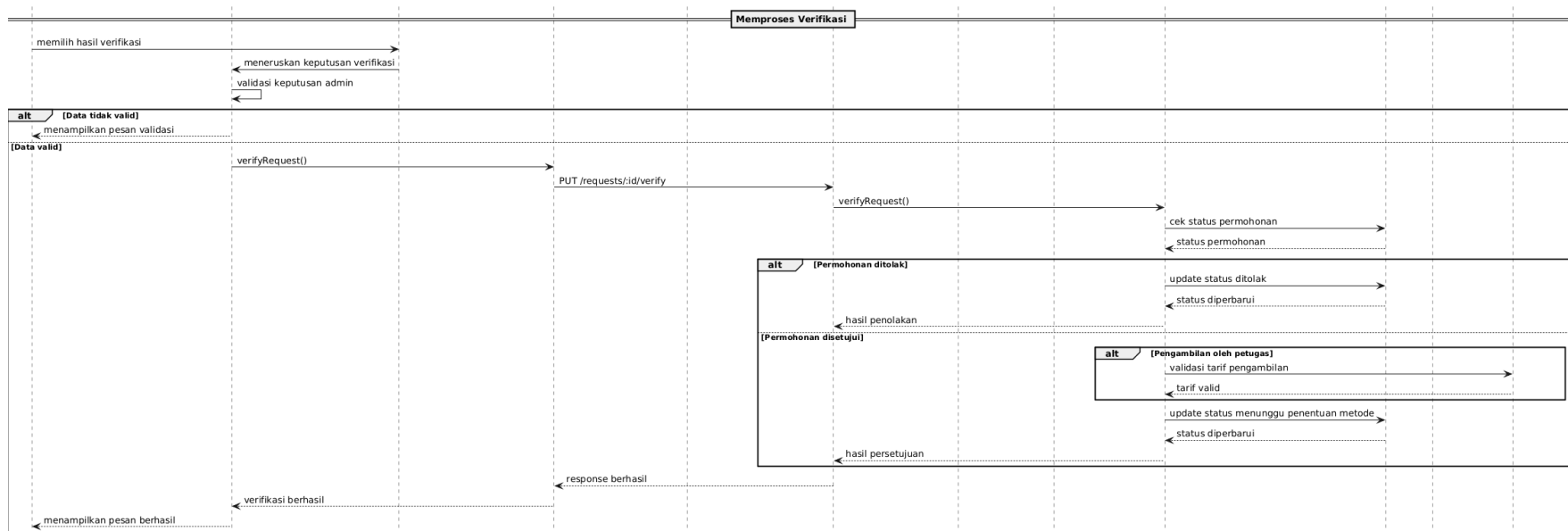
Sequence diagram memverifikasi permohonan menggambarkan proses admin dalam meninjau permohonan pengujian yang telah dikirim oleh pelanggan. Proses dimulai ketika admin membuka halaman permohonan, kemudian sistem menampilkan daftar permohonan yang menunggu verifikasi. Admin memilih salah satu permohonan untuk melihat detail data pelanggan, data permohonan, data sampel, dan parameter uji. Setelah detail ditampilkan, admin memeriksa kelengkapan dan kesesuaian data. Apabila data tidak sesuai, admin dapat menolak permohonan dan sistem memperbarui status permohonan menjadi ditolak. Apabila data sudah sesuai, admin menyetujui permohonan dan sistem memperbarui status permohonan agar dapat dilanjutkan ke tahap penentuan metode uji oleh kepala seksi pengujian. *Sequence diagram* memverifikasi permohonan dapat dilihat pada Gambar 4.32 – 4.33.





Gambar 4. 32 *Sequence diagram* Memverifikasi Permohonan





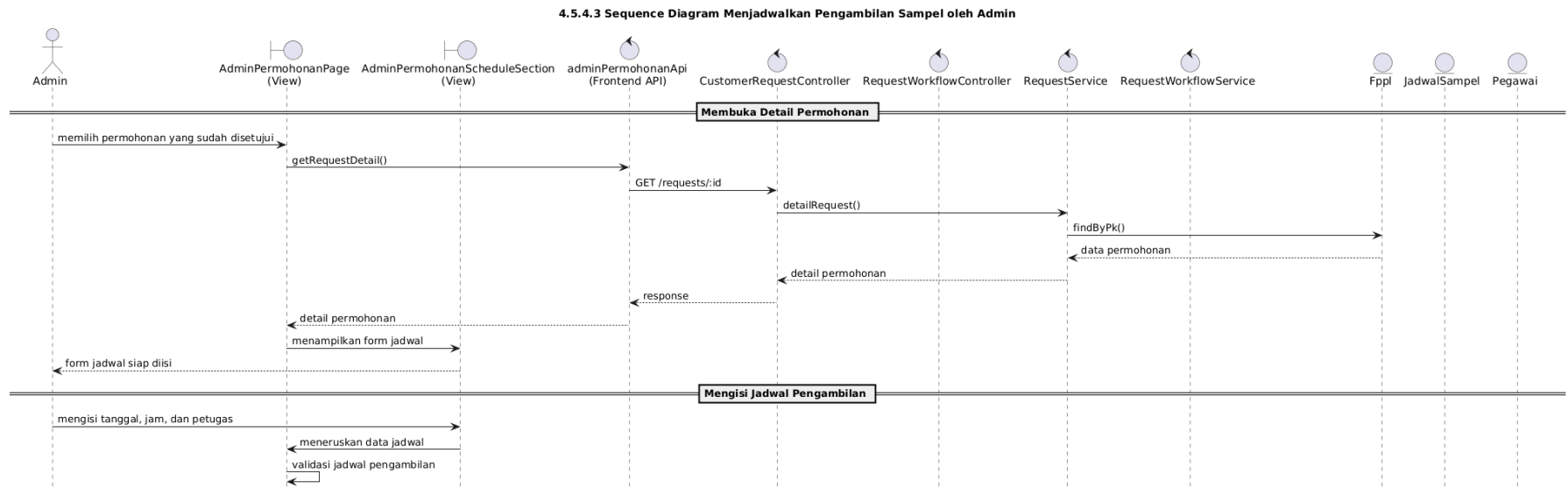
Gambar 4. 33 *Sequence diagram* Memverifikasi Permohonan (Lanjutan)



4.4.4.3 Menjadwalkan Pengambilan Sampel oleh Admin

Sequence diagram menjadwalkan pengambilan sampel oleh admin menggambarkan proses admin dalam membuat jadwal pengambilan sampel untuk permohonan yang telah disetujui dan membutuhkan layanan pengambilan sampel. Proses dimulai ketika admin membuka detail permohonan, kemudian sistem menampilkan data permohonan, informasi pelanggan, serta rencana pengambilan sampel. Admin mengisi data jadwal pengambilan, seperti tanggal, waktu, petugas, dan catatan jadwal. Sistem melakukan validasi terhadap data jadwal dan memastikan bahwa permohonan memang memerlukan pengambilan sampel. Apabila data tidak valid, sistem menampilkan pesan validasi. Apabila data valid, sistem menyimpan jadwal pengambilan sampel dan memperbarui status permohonan sesuai tahap layanan berikutnya. *Sequence diagram* menjadwalkan pengambilan sampel oleh admin dapat dilihat pada Gambar 4.34 – 4.35.





Gambar 4. 34 *Sequence diagram* Menjadwalkan Pengambilan Sampel



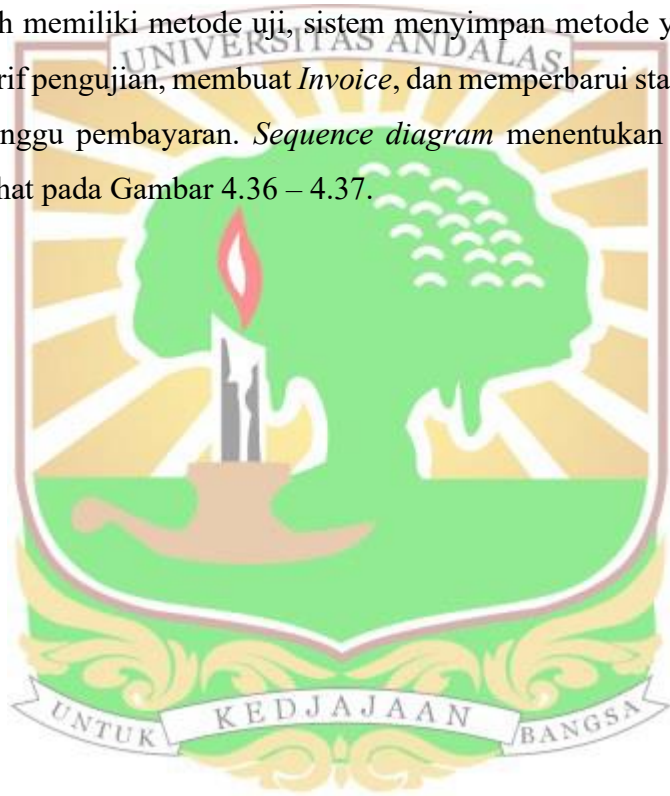


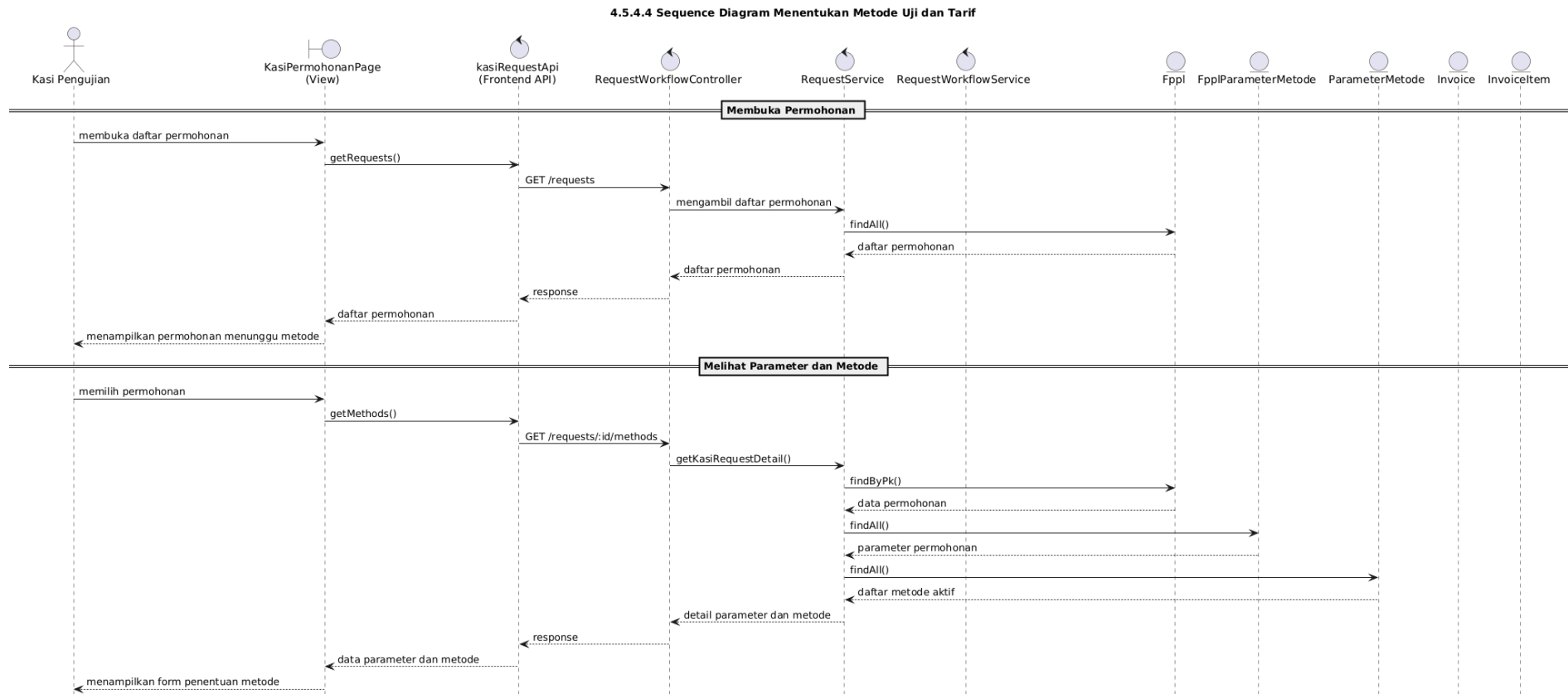
Gambar 4. 35 *Sequence diagram* Menjadwalkan Pengambilan Sampel oleh Admin (Lanjutan)



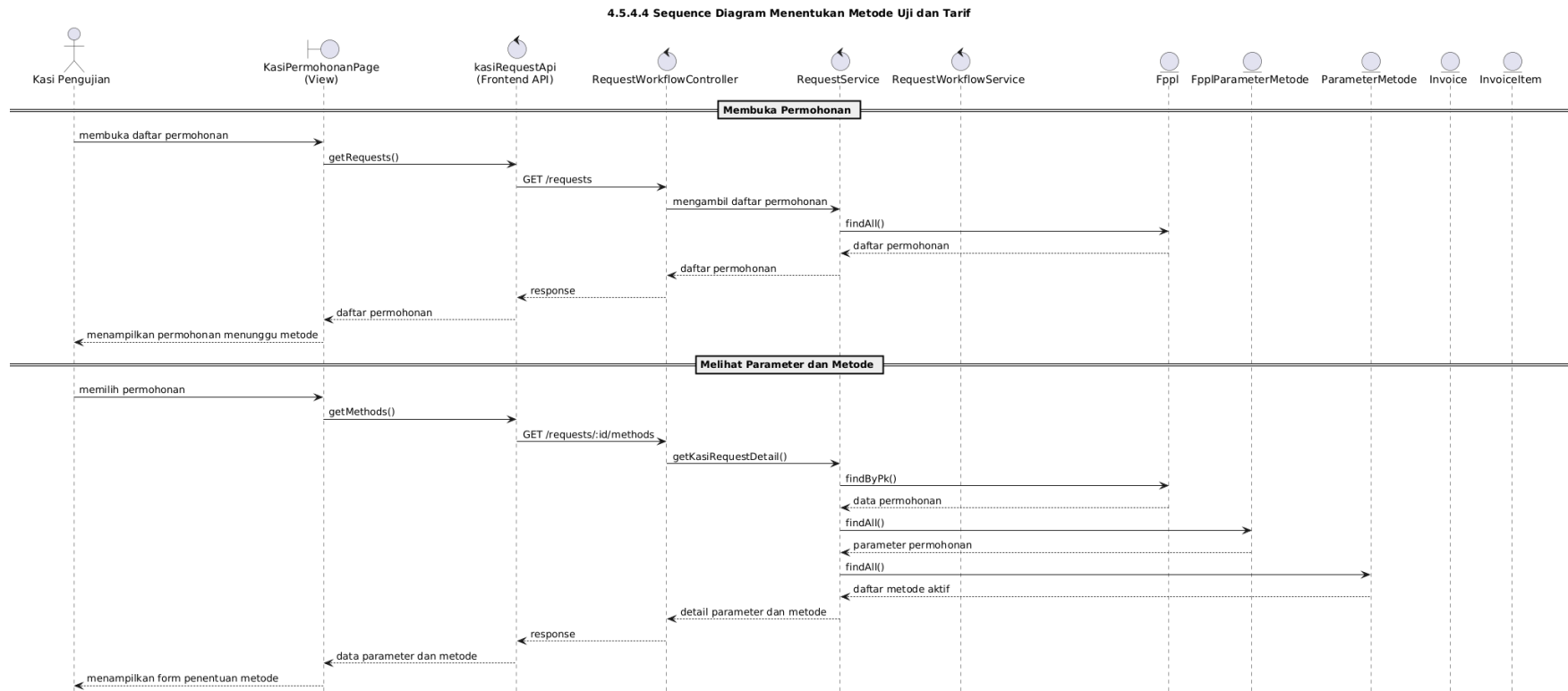
4.4.4.4 Menentukan Metode Uji dan Tarif

Sequence diagram menentukan metode uji dan tarif menggambarkan proses kepala seksi pengujian dalam menetapkan metode uji untuk parameter yang diajukan pelanggan. Proses dimulai ketika kepala seksi pengujian membuka daftar permohonan yang telah diverifikasi oleh admin, kemudian sistem menampilkan data permohonan, sampel, parameter uji, jenis sampel, dan regulasi baku mutu. Kepala seksi pengujian memilih metode uji untuk setiap parameter. Sistem memeriksa kelengkapan metode yang dipilih. Apabila masih ada parameter yang belum memiliki metode uji, sistem menampilkan pesan validasi. Apabila seluruh parameter telah memiliki metode uji, sistem menyimpan metode yang ditetapkan, menghitung tarif pengujian, membuat *Invoice*, dan memperbarui status permohonan menjadi menunggu pembayaran. *Sequence diagram* menentukan metode uji dan tarif dapat dilihat pada Gambar 4.36 – 4.37.





Gambar 4. 36 *Sequence diagram* Menentukan Metode Uji dan Tarif

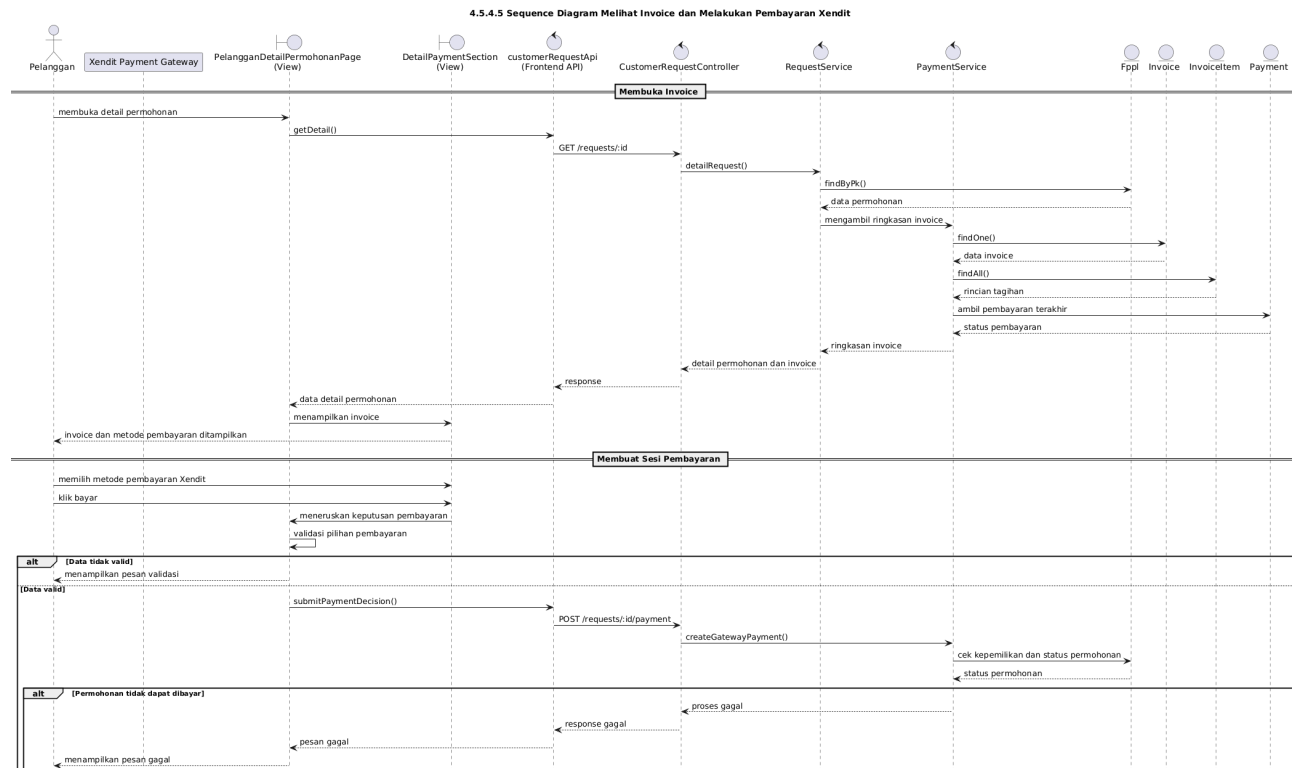


Gambar 4. 37 *Sequence diagram* Menentukan Metode Uji dan Tarif (Lanjutan)

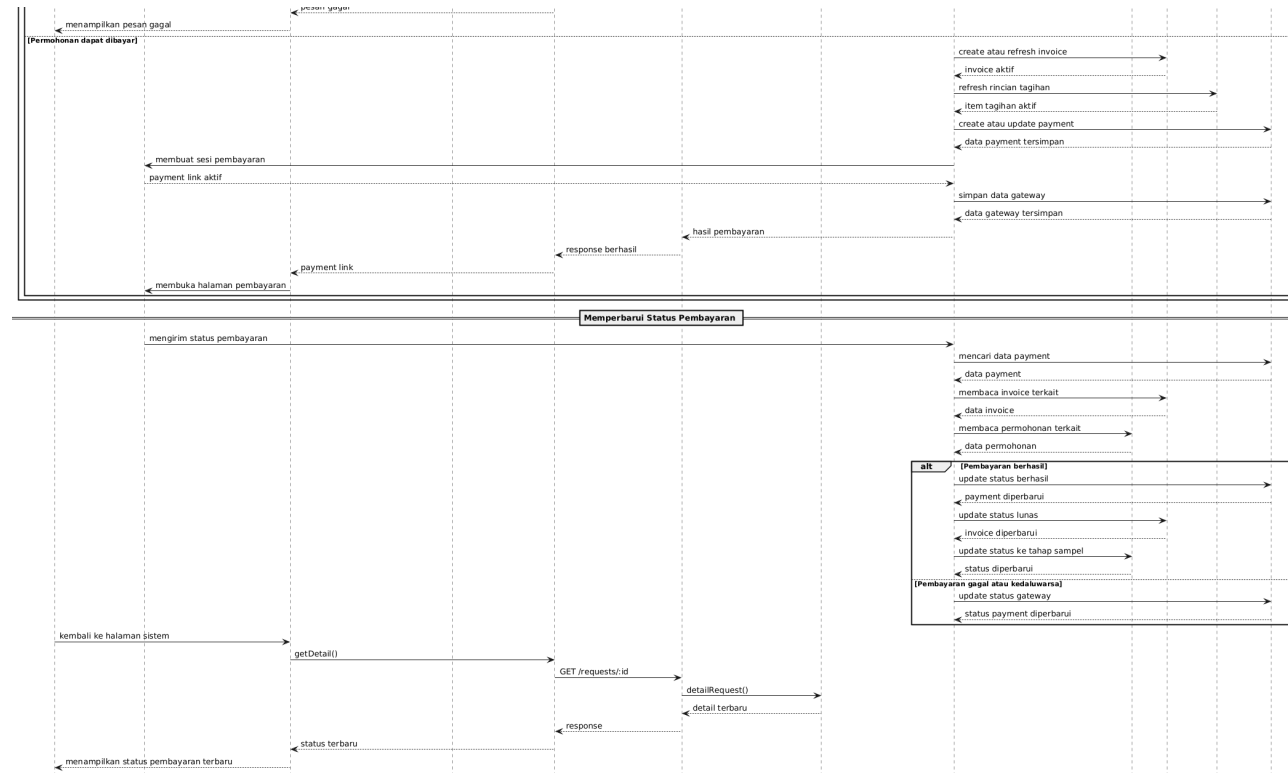
4.4.4.5 Melihat *Invoice* dan Melakukan Pembayaran

Sequence diagram melihat *Invoice* dan melakukan pembayaran menggambarkan proses pelanggan dalam melihat tagihan pengujian dan melakukan pembayaran melalui sistem. Proses dimulai ketika pelanggan membuka detail permohonan yang telah memiliki *Invoice*. Sistem menampilkan informasi *Invoice*, rincian biaya pengujian, biaya pengambilan sampel jika ada, total pembayaran, status *Invoice*, dan pilihan metode pembayaran. Pelanggan memilih metode pembayaran yang tersedia, kemudian sistem memeriksa status *Invoice* dan memproses pembayaran. Apabila *Invoice* belum dapat dibayar atau pembayaran gagal diproses, sistem menampilkan pesan gagal. Apabila pembayaran berhasil, sistem menyimpan data pembayaran dan memperbarui status pembayaran serta status permohonan agar dapat dilanjutkan ke tahap pengelolaan sampel. *Sequence diagram* melihat *Invoice* dan melakukan pembayaran dapat dilihat pada Gambar 4.38 – 4.39.





Gambar 4. 38 *Sequence diagram* Melihat Invoice dan Melakukan Pembayaran

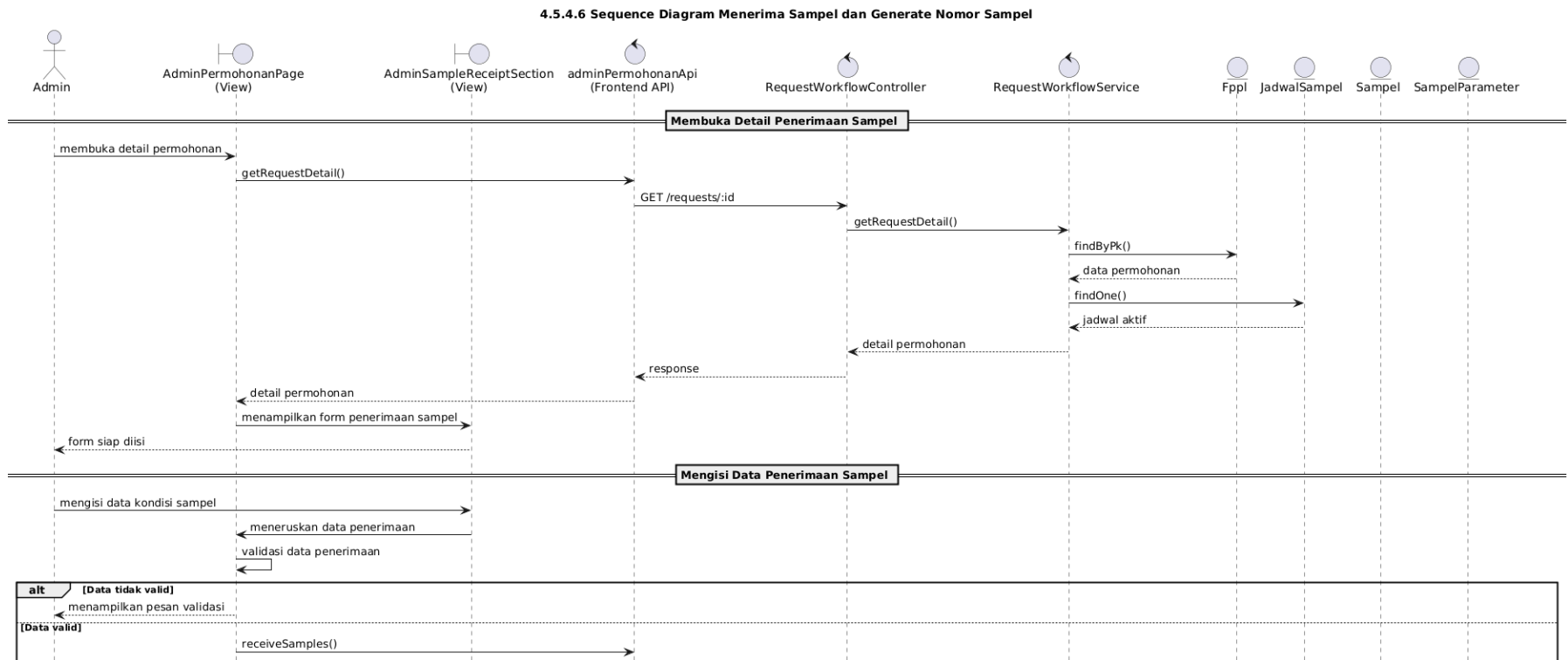


Gambar 4. 39 *Sequence diagram* Melihat Invoice dan Melakukan Pembayaran (Lanjutan)

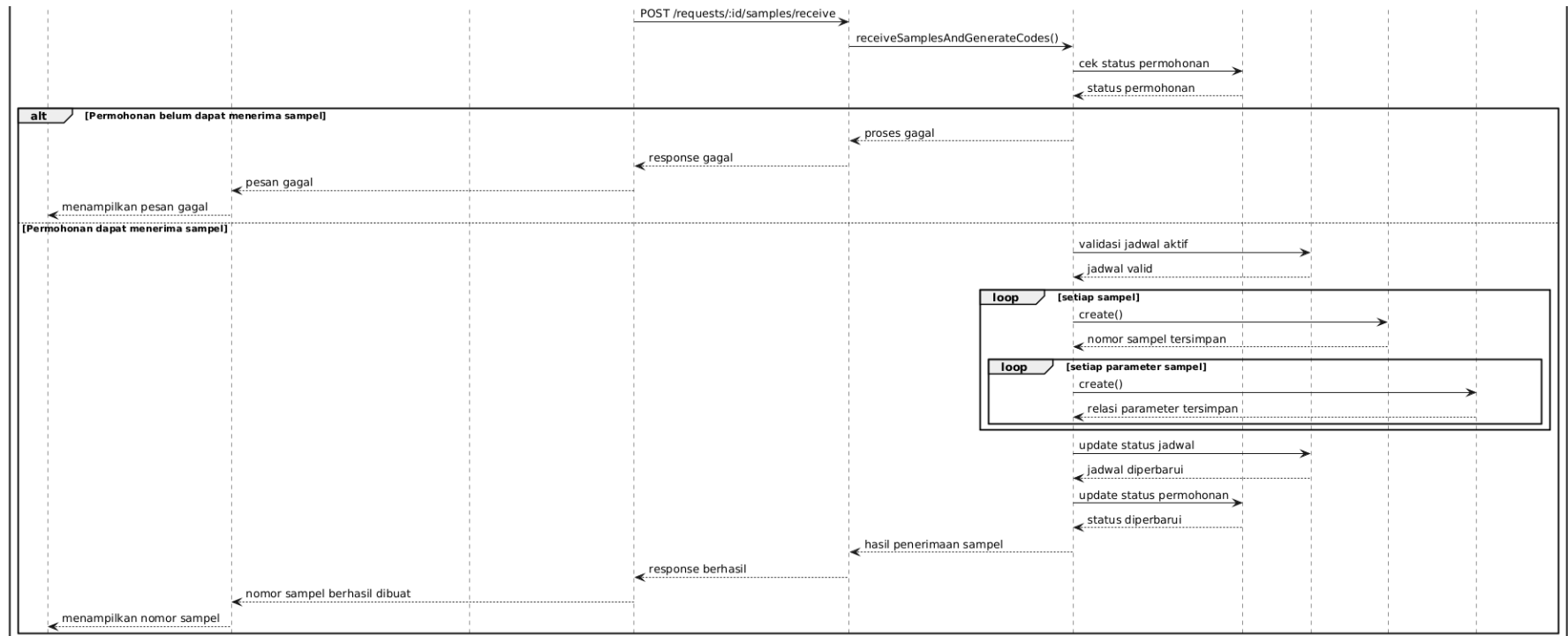
4.4.4.6 Menerima Sampel dan *Generate* Nomor Sampel

Sequence diagram menerima sampel dan *Generate* nomor sampel menggambarkan proses admin dalam mencatat penerimaan sampel yang telah sampai di laboratorium. Proses dimulai ketika admin membuka detail permohonan yang telah dibayar dan siap diproses sampelnya. Sistem menampilkan data permohonan, data sampel yang diajukan, jadwal pengambilan atau pengantaran sampel, serta parameter uji yang berkaitan. Admin mencatat data penerimaan sampel, seperti tanggal penerimaan, kondisi sampel, lokasi, acuan pengambilan sampel, dan catatan abnormalitas apabila ada. Sistem melakukan validasi terhadap data penerimaan dan status permohonan. Apabila data valid, sistem menyimpan data sampel yang diterima, menghasilkan nomor sampel, menyimpan relasi sampel dengan parameter uji, serta memperbarui status permohonan dan sampel. *Sequence diagram* menerima sampel dan *Generate* nomor sampel dapat dilihat pada Gambar 4.40 – 4.41.





Gambar 4. 40 *Sequence diagram* Menerima Sampel dan Menghasilkan Nomor Sampel



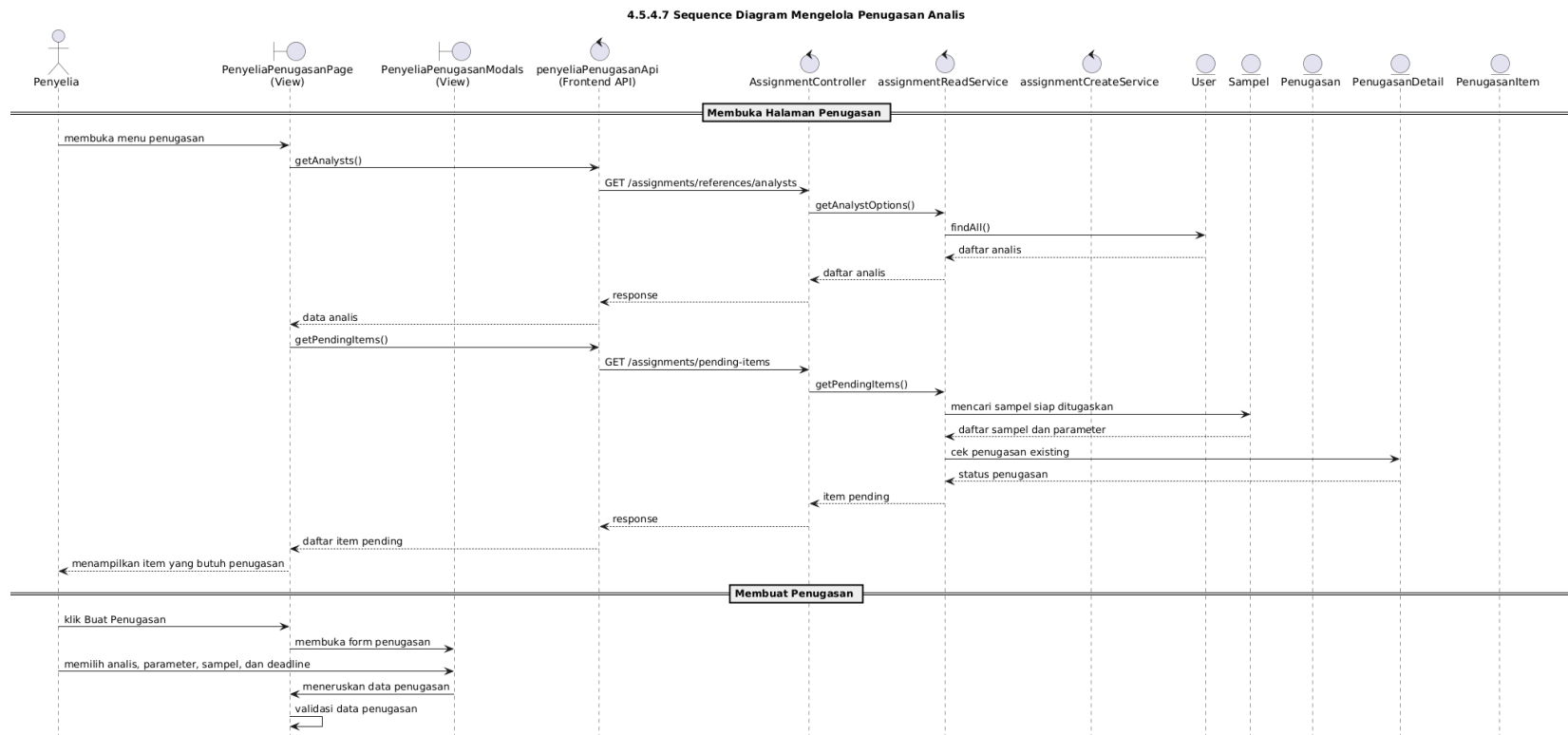
Gambar 4. 41 *Sequence diagram* Menerima Sampel dan Menghasilkan Nomor Sampel (Lanjutan)



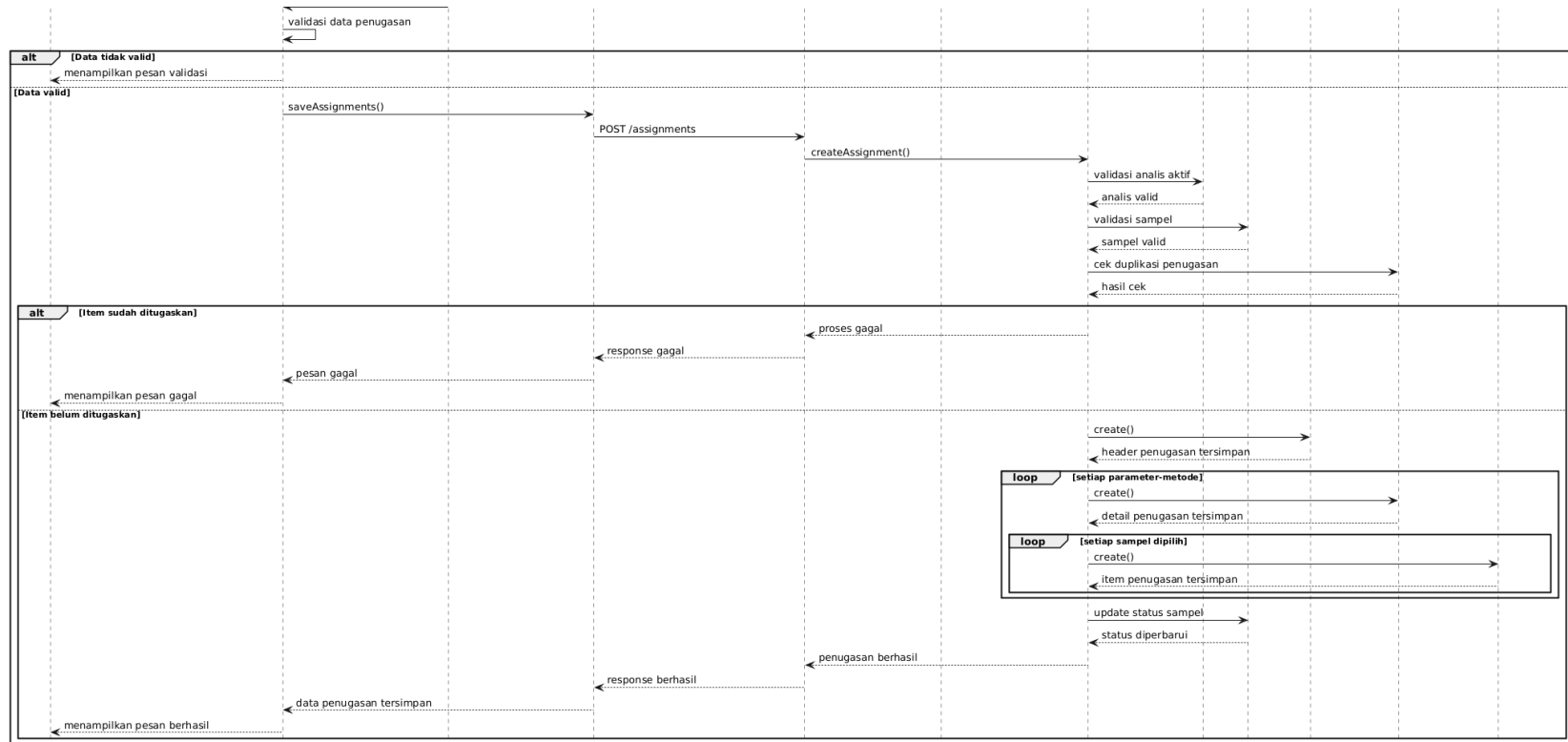
4.4.4.7 Mengelola Penugasan Analis

Sequence diagram mengelola penugasan analis menggambarkan proses penyelia dalam membuat penugasan pengujian kepada analis. Proses dimulai ketika penyelia membuka halaman penugasan, kemudian sistem menampilkan daftar analis aktif dan daftar sampel atau parameter yang siap diuji. Penyelia memilih analis, sampel, parameter pengujian, serta mengisi catatan penugasan apabila diperlukan. Sistem melakukan validasi terhadap kelengkapan data penugasan dan memastikan bahwa item pengujian belum pernah ditugaskan sebelumnya. Apabila data tidak valid, sistem menampilkan pesan validasi. Apabila data valid, sistem menyimpan data penugasan, detail penugasan, dan item pengujian yang diberikan kepada analis, kemudian memperbarui status sampel menjadi dalam proses pengujian. *Sequence diagram* mengelola penugasan analis dapat dilihat pada Gambar 4.42 – 4.43.





Gambar 4. 42 *Sequence diagram* Mengelola Penugasan Analis

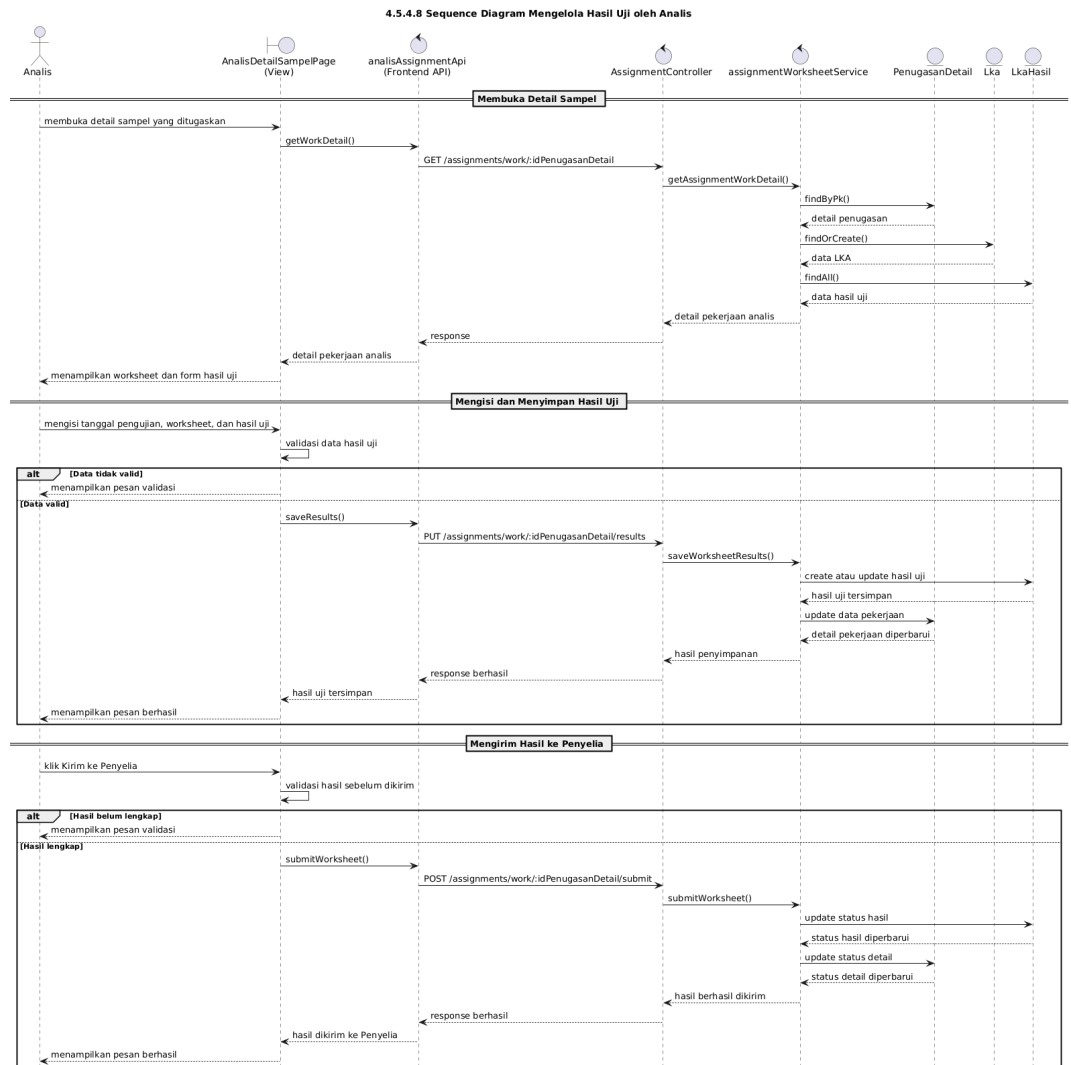


Gambar 4. 43 *Sequence diagram* Mengelola Penugasan Analis (Lanjutan)

4.4.4.8 Mengelola Hasil Uji oleh Analis

Sequence diagram mengelola hasil uji oleh analis menggambarkan proses analis dalam mengisi, menyimpan, dan mengirimkan hasil pengujian. Proses dimulai ketika analis membuka detail sampel yang telah ditugaskan oleh penyelia. Sistem menampilkan data penugasan, data sampel, parameter uji, metode uji, dan form *worksheet* hasil pengujian. Analis mengisi data pengujian, nilai hasil uji, tanggal pengujian, dan informasi pendukung lainnya. Apabila data belum siap dikirim, analis dapat menyimpan hasil sebagai draf. Apabila hasil uji sudah lengkap, analis mengirim hasil tersebut ke penyelia untuk ditinjau. Sistem melakukan validasi terhadap kelengkapan hasil uji, menyimpan hasil uji, dan memperbarui status hasil menjadi menunggu *review* penyelia. *Sequence diagram* mengelola hasil uji oleh analis dapat dilihat pada Gambar 4.44.





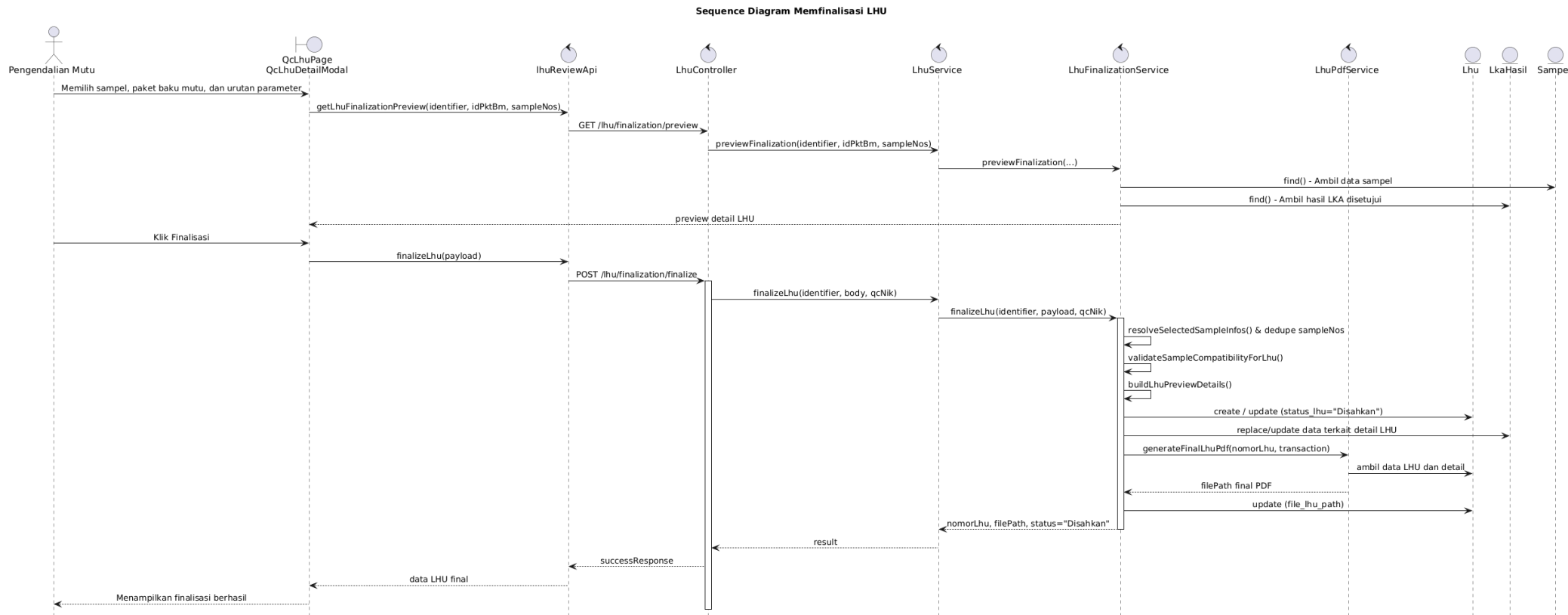
Gambar 4. 44 *Sequence diagram* Mengelola Hasil Uji oleh Analis

4.4.4.9 Memfinalisasi LHU oleh Pengendalian Mutu

Sequence diagram memfinalisasi *draft* LHU oleh pengendalian mutu menggambarkan proses pengendalian mutu dalam menyusun *draft* LHU berdasarkan hasil uji yang telah disetujui. Proses dimulai ketika pengendalian mutu membuka halaman antrean finalisasi LHU, kemudian sistem menampilkan daftar sampel atau permohonan yang hasil ujinya telah selesai *direview* dan siap difinalisasi. Pengendalian mutu memilih salah satu data finalisasi, lalu sistem menampilkan detail LHU yang berisi informasi pelanggan, permohonan, sampel, parameter, metode uji, hasil uji, satuan, dan baku mutu. Pengendalian mutu memilih paket baku mutu dan membuat *preview draft* LHU. Apabila data sudah sesuai, sistem menyimpan data LHU, menghasilkan LHU, dan memperbarui status LHU.

Sequence diagram memfinalisasi *draft* LHU oleh pengendalian mutu dapat dilihat pada Gambar 4.45.



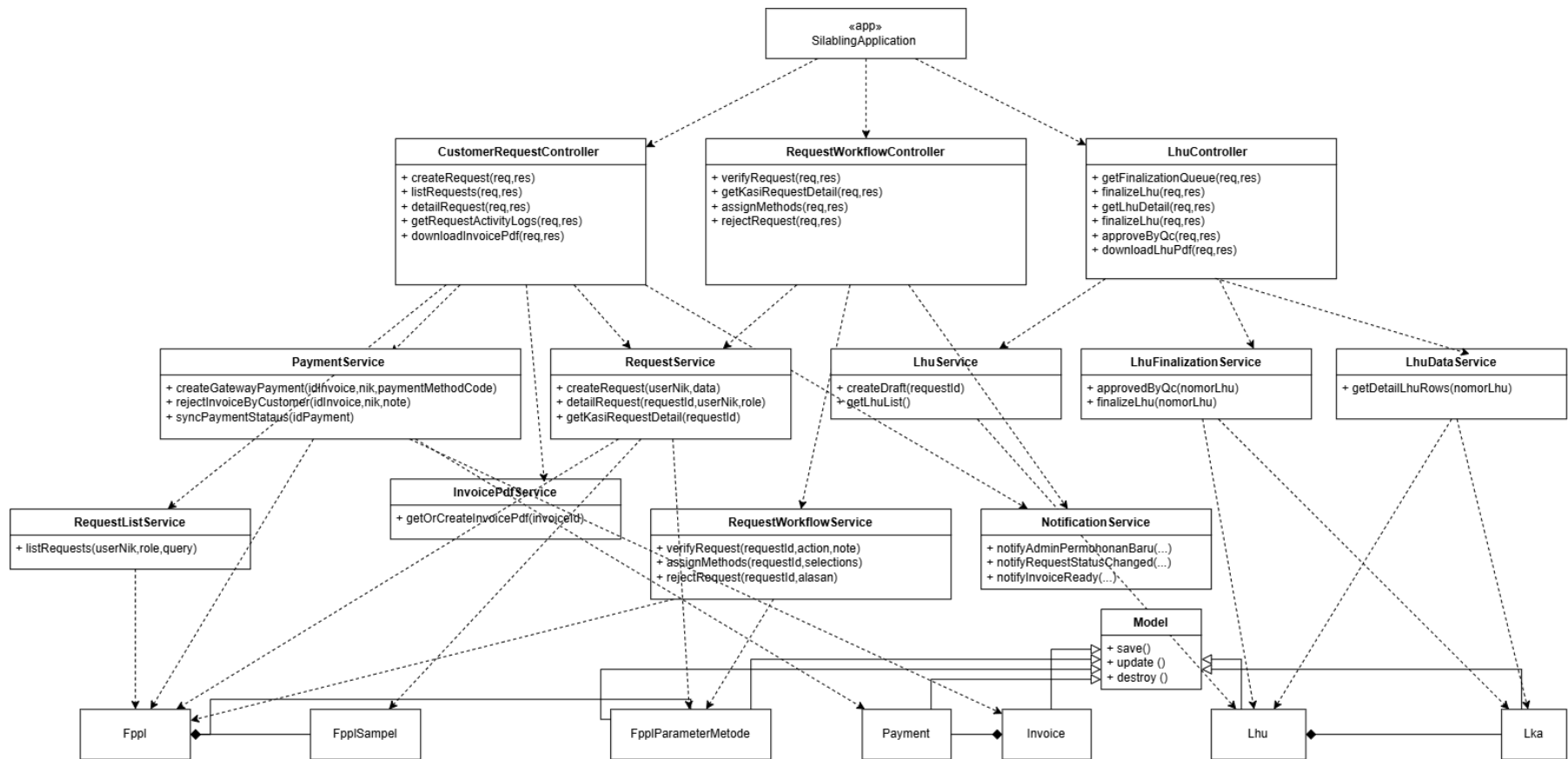


Gambar 4. 45 *Sequence diagram* Memfinalisasi LHU oleh Kasi Pengendalian Mutu

4.4.5 Class diagram

Class diagram pada Gambar 4.46 digunakan untuk menggambarkan struktur kelas utama yang berhubungan dengan proses permohonan pengujian hingga penerbitan Laporan Hasil Uji (LHU). Pada rancangan sebelumnya, *class diagram* memuat struktur *backend* sistem seperti *application layer*, *controller*, *service*, dan *model*. Namun, *diagram* tersebut disederhanakan karena terlalu kompleks dan sulit dibaca apabila seluruh komponen implementasi ditampilkan dalam satu *diagram*. Oleh karena itu, *diagram* ini hanya menampilkan kelas domain inti, yaitu Pelanggan, Permohonan, Sampel, ParameterMetode, dan LHU. Komponen teknis seperti *controller* dan *service* tidak ditampilkan karena fokus *diagram* diarahkan pada hubungan data utama dalam proses bisnis permohonan dan penerbitan LHU.



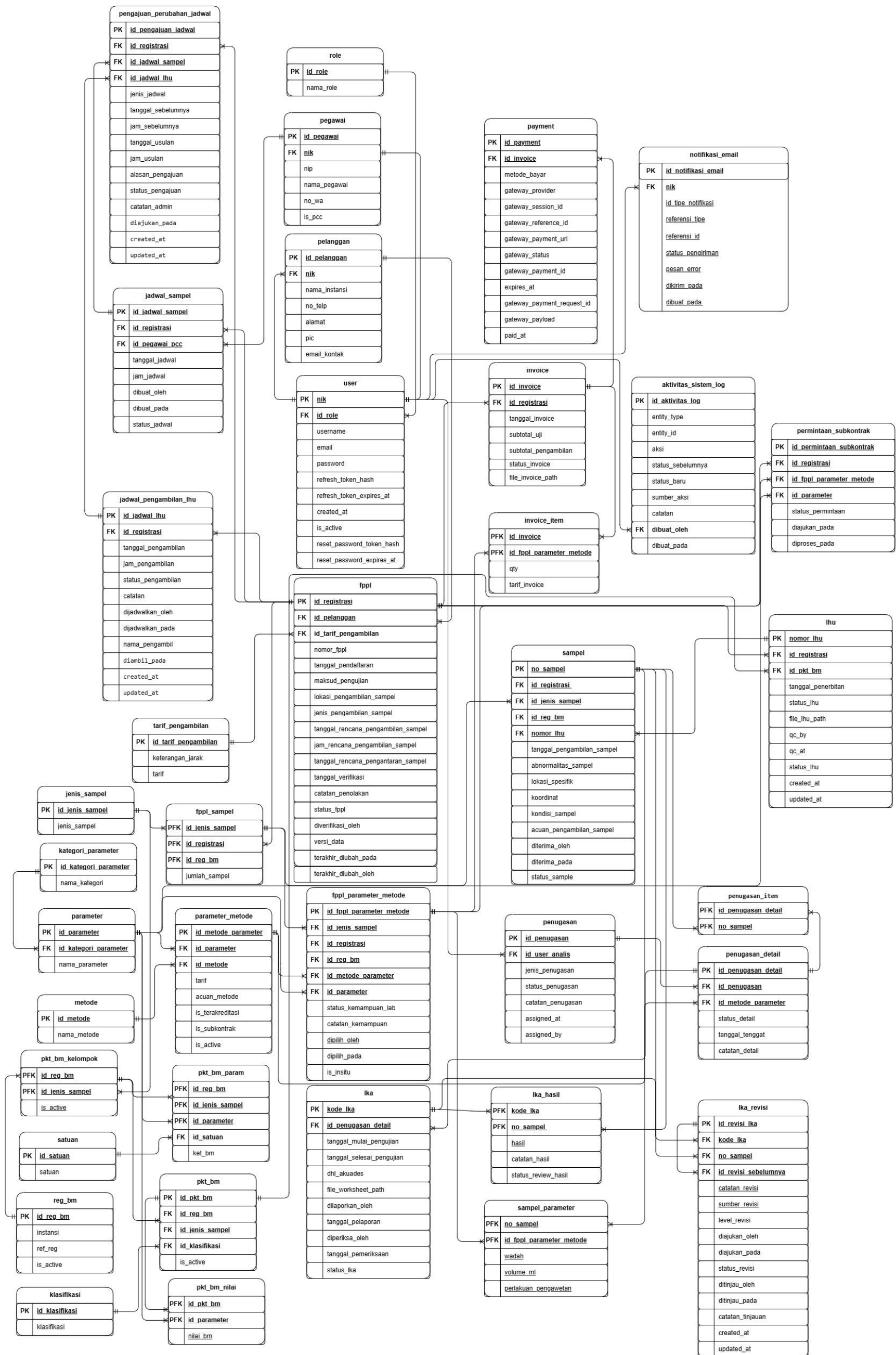


Gambar 4. 46 *Class diagram* Sistem Layanan Pengujian Laboratorium Lingkungan

4.4.6 *Entity Relationship Diagram*

Entity Relationship Diagram (ERD) digunakan untuk menggambarkan rancangan basis data pada Sistem Informasi Layanan Laboratorium Lingkungan. ERD ini menunjukkan entitas utama, atribut, *primary key*, *foreign key*, serta relasi antar tabel yang digunakan untuk mendukung proses layanan laboratorium. Rancangan basis data pada sistem ini mencakup pengelolaan data pengguna, pelanggan, permohonan pengujian, parameter dan metode uji, *Invoice*, pembayaran, sampel, penugasan analisis, Lembar Kerja Analisis (LKA), serta Laporan Hasil Uji (LHU). Dengan adanya ERD, hubungan antar data dalam sistem dapat digambarkan secara terstruktur sehingga memudahkan proses implementasi basis data dan pengembangan fitur sistem. *Entity Relationship Diagram* Sistem Informasi Layanan Laboratorium Lingkungan dapat dilihat pada Gambar 4.47.





Gambar 4. 47 ERD Sistem Layanan Pengujian Laboratorium

4.4.6.1 Struktur Tabel dan Basis Data

Struktur tabel dan basis data disusun berdasarkan rancangan *Entity Relationship Diagram* yang telah dibuat sebelumnya. Pada bagian ini dijelaskan beberapa tabel utama yang digunakan dalam Sistem Informasi Layanan Laboratorium Lingkungan. Tabel yang ditampilkan dipilih berdasarkan keterkaitannya dengan alur utama sistem, mulai dari pengelolaan akun pengguna, data pelanggan, permohonan pengujian, penentuan parameter dan metode uji, pembayaran, penerimaan sampel, penugasan analis, pencatatan hasil uji, hingga penerbitan Laporan Hasil Uji (LHU). Struktur tabel lengkap secara keseluruhan dapat dilihat pada lampiran E.

4.4.6.1.1 Tabel User

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data akun pengguna yang dapat mengakses sistem. Data pada tabel ini digunakan dalam proses autentikasi, pengelolaan akun, dan pembatasan hak akses berdasarkan *role* pengguna. Struktur tabelnya dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Struktur Tabel User

No	Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
1	nik	varchar(16)	Primary key
2	id_role	varchar(10)	Foreign key
3	username	varchar(50)	
4	email	varchar(50)	
5	password	varchar(100)	
6	refresh_token_hash	varchar(64)	

7	refresh_token_expires_at	datetime	
8	created_at	datetime	
9	is_active	tinyint(1)	
10	reset_password_token_hash	varchar(64)	
11	reset_password_expires_at	datetime	

4.4.6.1.2 Tabel Pelanggan

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data pelanggan yang mengajukan permohonan pengujian. Data pelanggan digunakan dalam proses pendaftaran permohonan, pembuatan *Invoice*, pengelolaan sampel, dan penerbitan LHU. Struktur tabelnya dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Struktur Tabel Pelanggan

No	Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
1	id_pelanggan	varchar(8)	<i>Primary key</i>
2	nik	varchar(16)	<i>Foreign key</i>
3	nama_instansi	varchar(100)	
4	no_telp	varchar(20)	
5	alamat	varchar(100)	
6	email_kontak	varchar(50)	

7	pic	varchar(100)	
---	-----	--------------	--

4.4.6.1.3 Tabel FPPL

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data permohonan pengujian yang diajukan oleh pelanggan. Tabel ini menjadi tabel utama dalam proses layanan laboratorium karena memuat data pendaftaran, maksud pengujian, jenis pengambilan sampel, jadwal rencana sampel, status permohonan, dan hasil verifikasi. Struktur tabelnya dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Struktur Tabel FPPL

No	Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
1	id_registrasi	varchar(10)	Primary key
2	nomor_fppl	varchar(25)	
3	id_pelanggan	varchar(8)	Foreign key
4	tanggal_pendaftaran	datetime	
5	maksud_pengujian	text	
6	lokasi_pengambilan_sampel	varchar(100)	
7	jenis_pengambilan_sampel	enum	
8	id_tarif_pengambilan	varchar(10)	Foreign key
9	tanggal_rencana_pengambilan_sampel	date	
10	jam_rencana_pengambilan_sampel	time	

11	tanggal_rencana_pengantaran_sampel	date	
12	status_fppl	enum	
13	catatan_penolakan	text	
14	tanggal_verifikasi	datetime	
15	diverifikasi_oleh	varchar(16)	

4.4.6.1.4 Tabel FPPL Parameter Metode

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data parameter dan metode uji yang dipilih atau ditetapkan pada suatu permohonan. Tabel ini menghubungkan data permohonan, jenis sampel, regulasi baku mutu, parameter, serta metode uji yang digunakan. Struktur tabelnya dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Struktur Tabel FPPL Parameter Metode

No	Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
1	id_fppl_parameter_metode	varchar(15)	<i>Primary key</i>
2	id_registrasi	varchar(10)	<i>Foreign key</i>
3	id_jenis_sampel	varchar(4)	<i>Foreign key</i>
4	id_reg_bm	varchar(6)	<i>Foreign key</i>
5	id_parameter	varchar(6)	<i>Foreign key</i>
6	id_metode_parameter	varchar(6)	<i>Foreign key</i>

7	status_kemampuan_lab	enum	
8	catatan_kemampuan	text	
9	dipilih_oleh	varchar(16)	
10	dipilih_pada	datetime	
11	is_insitu	tinyint(1)	

4.4.6.1.5 Tabel *Invoice*

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data tagihan pembayaran pengujian berdasarkan permohonan pelanggan. *Invoice* dibuat setelah parameter dan metode uji ditentukan, sehingga biaya pengujian dan biaya pengambilan sampel dapat dihitung oleh sistem. Struktur tabelnya dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4. 14 Struktur Tabel *Invoice*

No	Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
1	id_ <i>Invoice</i>	varchar(16)	<i>Primary key</i>
2	id_registrasi	varchar(10)	<i>Foreign key</i>
3	tanggal_ <i>Invoice</i>	datetime	
4	subtotal_uji	bigint unsigned	
5	subtotal_pengambilan	bigint unsigned	
6	status_ <i>Invoice</i>	enum	

7	<i>file_Invoice_path</i>	varchar(255)	
---	--------------------------	--------------	--

4.4.6.1.6 Tabel Payment

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data pembayaran pelanggan terhadap *Invoice* yang telah diterbitkan. Tabel ini mencatat metode pembayaran, informasi *payment gateway*, status pembayaran, serta waktu pembayaran. Struktur tabelnya dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Struktur Tabel Payment

No	Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
1	id_payment	varchar(16)	Primary key
2	id_Invoice	varchar(16)	Foreign key
3	metode_bayar	enum	
4	gateway_provider	varchar(30)	
5	gateway_session_id	varchar(100)	
6	gateway_reference_id	varchar(100)	
7	gateway_payment_url	varchar(500)	
8	gateway_status	varchar(50)	
9	gateway_payment_id	varchar(100)	
10	gateway_payment_request_id	varchar(100)	

11	expires_at	datetime	
12	gateway_payload	json	
13	paid_at	datetime	

4.4.6.1.7 Tabel Sampel

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data sampel yang diterima oleh laboratorium. Data pada tabel ini mencakup nomor sampel, jenis sampel, regulasi baku mutu, informasi pengambilan sampel, kondisi sampel, serta status sampel dalam proses pengujian. Struktur tabelnya dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4. 16 Struktur Tabel Sampel

No	Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
1	no_sampel	varchar(25)	<i>Primary key</i>
2	id_registrasi	varchar(10)	<i>Foreign key</i>
3	id_jenis_sampel	varchar(4)	<i>Foreign key</i>
4	id_reg_bm	varchar(6)	<i>Foreign key</i>
5	nomor_lhu	varchar(25)	<i>Foreign key</i>
6	tanggal_pengambilan_sampel	date	
7	diterima_pada	datetime	
8	lokasi_spesifik	varchar(150)	

9	koordinat	varchar(100)	
10	kondisi_sampel	enum	
11	abnormalitas_sampel	varchar(30)	
12	acuan_pengambilan_sampel	varchar(20)	
13	diterima_oleh	varchar(16)	
14	status_sample	enum	

4.4.6.1.8 Tabel Penugasan

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data penugasan pengujian kepada analis. Tabel ini mencatat analis yang ditugaskan, waktu penugasan, jenis penugasan, status penugasan, dan catatan penugasan dari penyelia. Struktur tabelnya dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4. 17 Struktur Tabel Penugasan

No	Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
1	id_penugasan	varchar(10)	<i>Primary key</i>
2	id_user_analis	varchar(16)	<i>Foreign key</i>
3	assigned_by	varchar(16)	
4	assigned_at	datetime	
5	jenis_penugasan	enum	

6	status_penugasan	enum	
7	catatan_penugasan	text	

4.4.6.1.9 Tabel LKA

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data Lembar Kerja Analis (LKA) yang digunakan dalam proses pencatatan dan pelaporan hasil pengujian. Tabel ini memuat informasi detail penugasan, waktu pengujian, *file worksheet*, pelapor, pemeriksa, dan status LKA. Struktur tabelnya dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4. 18 Struktur Tabel LKA

No	Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
1	kode_lka	varchar(20)	<i>Primary key</i>
2	id_penugasan_detail	varchar(10)	<i>Foreign key</i>
3	tanggal_mulai_pengujian	date	
4	tanggal_selesai_pengujian	date	
5	dhl_akuades	varchar(50)	
6	<i>file_worksheet_path</i>	text	
7	dilaporkan_oleh	varchar(16)	
8	tanggal_pelaporan	date	
9	diperiksa_oleh	varchar(16)	

10	tanggal_pemeriksaan	date	
11	status_lka	enum	

4.4.6.1.10 Tabel LHU

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data Laporan Hasil Uji (LHU) yang dihasilkan dari proses finalisasi dan pengesahan. Tabel ini memuat nomor LHU, data permohonan, paket baku mutu, tanggal penerbitan, *file* LHU, informasi finalisasi serta status LHU. Struktur tabelnya dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4. 19 Struktur Tabel LHU

No	Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
1	nomor_lhu	varchar(25)	<i>Primary key</i>
2	id_registrasi	varchar(10)	<i>Foreign key</i>
3	id_pkt_bm	varchar(8)	<i>Foreign key</i>
4	tanggal_penerbitan	date	
5	<i>file_lhu_path</i>	varchar(255)	
6	qc_by	varchar(16)	
7	status_lhu	enum	
8	created_at	datetime	
9	updated_at	datetime	