

**PENGEMBANGAN MODUL *LIVE CHAT HYBRID* DENGAN  
*CHATBOT* GEMINI AI PADA WEBSITE PORTAL INFORMASI  
DAN PUBLIKASI DINAS PUPR KABUPATEN GARUT**

**TUGAS AKHIR**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk kelulusan  
Program Strata 1, Program Studi Teknik Informatika,  
Universitas Pasundan Bandung

Oleh :

Moch Zuhdi Maulana Nabilah

NPM : 22.304.0101



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2026**



## **LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

Telah disetujui dan disahkan Laporan Tugas Akhir, dari :

Nama : Moch Zuhdi Maulana Nabilah

NPM : 22.304.0101

Dengan judul :

**“PENGEMBANGAN MODUL LIVE CHAT HYBRID DENGAN CHATBOT GEMINI  
AI PADA WEBSITE PORTAL INFORMASI DAN PUBLIKASI DINAS PUPR  
KABUPATEN GARUT”**

Bandung, 27 Juli 2026

Menyetujui,

Pembimbing Utama

( Dr. Ayi Purbasari, ST., MT..)

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

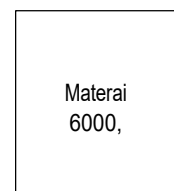
Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Tugas Akhir ini adalah benar-benar asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas Pasundan Bandung maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Tugas akhir ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari tim Dosen Pembimbing.
3. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah, serta disebutkan dalam Daftar Pustaka pada Tugas Akhir ini.
4. Kakas, perangkat lunak, dan alat bantu kerja lainnya yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Pasundan Bandung.

Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan tugas akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiaris dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi akademik, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Pasundan, serta perundang-undangan lainnya.

Bandung, 27 Juli 2026

Yang membuat pernyataan,



Moch Zuhdi Maulana Nabilah

NRP. 22.304.0101

## ABSTRAK

Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Garut memiliki Website Portal Informasi dan Publikasi yang selama ini hanya berfungsi sebagai media penyampaian informasi satu arah, sehingga belum mendukung komunikasi interaktif secara langsung dengan masyarakat. Pelayanan informasi masih dilakukan secara langsung di kantor maupun melalui WhatsApp hotline dinas, yang responsnya sangat bergantung pada ketersediaan petugas dan seringkali membutuhkan waktu hingga berhari-hari, terutama untuk pertanyaan yang bersifat umum dan berulang. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul live chat hybrid pada website tersebut menggunakan framework Laravel, serta mengintegrasikannya dengan Chatbot Gemini AI yang mampu menjawab pertanyaan umum secara otomatis dan mengalihkan (handover) percakapan kepada admin apabila diperlukan penanganan lebih lanjut. Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode waterfall, meliputi tahap identifikasi masalah, pengumpulan data melalui studi literatur dan wawancara, analisis dan perancangan sistem, implementasi, hingga pengujian. Modul live chat dibangun dengan integrasi Laravel Reverb (WebSocket) untuk komunikasi real-time, sedangkan chatbot bernama "SAPA PUPR Garut" memanfaatkan API Gemini AI dengan konteks data resmi dari basis data website tanpa memerlukan pelatihan ulang model. Pengujian sistem dilakukan menggunakan Black Box Testing terhadap 6 use case dan User Acceptance Testing (UAT). Hasil pengujian menunjukkan seluruh fungsi live chat, respons chatbot, dan mekanisme handover berjalan sesuai kebutuhan fungsional, dengan tingkat penerimaan sebesar 100% dari responden pengujian, yang terdiri atas perwakilan masyarakat dan admin Dinas PUPR Kabupaten Garut.. Dengan demikian, penelitian ini berhasil menghadirkan mekanisme komunikasi dua arah yang lebih cepat, interaktif, dan efisien pada website Dinas PUPR Kabupaten Garut.

**Kata Kunci:** live chat hybrid, chatbot, Gemini AI, Laravel, handover, Dinas PUPR Kabupaten Garut

## ABSTRACT

*The Public Works and Spatial Planning Office (PUPR) of Garut Regency has an Information and Publication Portal Website that has so far only functioned as a one-way information delivery medium, and therefore has not yet supported direct, interactive communication with the public. Information services are still provided directly at the office or through the office's WhatsApp hotline, whose response time heavily depends on staff availability and often takes up to several days, particularly for general and recurring questions. This research aims to develop a hybrid live chat module on the website using the Laravel framework, and to integrate it with a Gemini AI Chatbot capable of automatically answering general questions and handing over conversations to an admin when further handling is required. System development was carried out using the waterfall method, comprising the stages of problem identification, data collection through literature study and interviews, system analysis and design, implementation, and testing. The live chat module was built with Laravel Reverb (WebSocket) integration for real-time communication, while the chatbot, named "SAPA PUPR Garut," utilizes the Gemini AI API with context drawn from the official data in the website's database, without requiring model retraining. System testing was conducted using Black Box Testing on 6 use cases and User Acceptance Testing (UAT). The test results show that all live chat functions, chatbot responses, and the handover mechanism perform in accordance with the functional requirements, with a UAT acceptance rate of 100% among the respondents involved in the testing, comprising representatives of the public and admin staff of the PUPR Office of Garut Regency.*

**Keywords:** *hybrid live chat, chatbot, Gemini AI, Laravel, handover, PUPR Office of Garut Regency*

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala nikmat dan kemudahan untuk penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul "Pengembangan Modul Live Chat Hybrid dengan Chatbot Gemini AI Pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut". Laporan ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pasundan.

Keberhasilan penyusunan laporan tugas akhir ini tidak akan terwujud tanpa adanya kontribusi dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan hati yang tulus penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah Swt. yang telah melimpahkan rahmat, karunia, kesehatan, kekuatan, serta kemudahan kepada penulis selama proses penyusunan tugas akhir ini hingga akhirnya dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak Anggoro Ari Nurcahyo, S.T., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Pasundan, yang telah memberikan izin, fasilitas, serta dukungan kelembagaan kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
3. Bapak Wanda Gusdya Purnama, S.T., M.T., selaku Koordinator Tugas Akhir, yang telah mengoordinasikan seluruh proses pelaksanaan tugas akhir, memberikan arahan terkait teknis maupun administratif, serta senantiasa memastikan kelancaran penulis dalam menyelesaikan setiap tahapan penyusunan laporan ini.
4. Ibu Dr. Ayi Purbasari, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing akademik, yang dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, kritik, serta masukan yang sangat berharga sejak awal penyusunan hingga penyelesaian laporan tugas akhir ini. Berkat bimbingan beliau, penulis memperoleh banyak wawasan baru serta motivasi untuk terus menyempurnakan penelitian ini hingga selesai dengan baik.
5. Kedua orang tua Penulis Ibu Nenden Yuli Supresiani dan Ayah Erin Heriyana, atas segala doa, kasih sayang, dukungan, pengorbanan, serta ketulusan yang senantiasa diberikan kepada Penulis. Setiap proses yang telah dilalui hingga terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari peran, kesabaran, dan semangat yang selalu diberikan dalam mendampingi Penulis. Di setiap tantangan yang dihadapi, doa dan kepercayaan menjadi sumber kekuatan yang mendorong Penulis untuk terus berjuang. Semoga pencapaian ini dapat menjadi salah satu bentuk ungkapan rasa syukur dan terima kasih Penulis atas segala cinta, pengorbanan, serta kasih sayang yang telah diberikan.
6. Rekan-rekan seperjuangan Program Studi Teknik Informatika Universitas Pasundan Angkatan 22, yang telah menjadi bagian dari perjalanan akademik penulis. Terima kasih atas kebersamaan, semangat, dan dukungan yang telah diberikan sejak awal perkuliahan hingga penulis dapat menyelesaikan studi ini. Kenangan dan pengalaman bersama kalian akan selalu menjadi bagian berharga yang tidak terlupakan.

7. Teman-teman MABES (Alm Dzikri, Alm Rizal, Adira, Afat, Aldi, Ali, Angga, Apgi, Arley, Bima, Candranf, Chandra, DaffaRb, Dafsus, Danu, Dico, Diki, Ebi, Egi, Fadhil, Fakih, Galuh, Hedi, Ilham, Jita, Kaka, Mahesa, Marsa, Rafly, Rifki, Rivaldy) yang telah menjadi bagian dari perjalanan Penulis sejak awal masa perkuliahan. Terima kasih atas persahabatan, kebersamaan, dukungan, serta berbagai pengalaman yang telah dilalui bersama. Berbagai cerita, diskusi, canda tawa, dan semangat yang dibangun sejak awal perkuliahan menjadi kenangan berharga sekaligus penyemangat bagi Penulis dalam menghadapi setiap tantangan hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik
8. Teman-teman Penulis yang kemudian dikenal sebagai Wargi 124 (Alm Rizal, Adira, Aldi, Angga, Apgi, DaffaRb, Dafsus, Diki, Fadhil, Galuh, Kaka, Marsa, Rifki, Rivaldy). Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, serta berbagai cerita yang telah terukir bersama. Wargi 124 bukan sekadar nama, tetapi juga menjadi tempat yang menyimpan begitu banyak kenangan. Meskipun berawal dari sebuah kos di Jalan Sarijadi Raya dengan kamar yang tidak begitu luas, tempat tersebut menjadi saksi berbagai diskusi, canda tawa, suka duka, dan perjuangan yang telah dilalui bersama. Semoga tali persaudaraan dan kebersamaan yang telah terjalin dapat terus terjaga di masa yang akan datang.
9. *Last but not least*, diri saya sendiri. Moch Zuhdi Maulana Nabilah, yang telah berjuang, bertahan, dan tidak menyerah di tengah berbagai tantangan, tekanan, serta keterbatasan yang dihadapi selama proses penyusunan tugas akhir ini. Berpegang teguh pada prinsip "*Dilarang Putar Arah, hadapilah selayaknya pria*", penulis memilih untuk terus melangkah maju dan menyelesaikan setiap tahapan dengan sebaik-baiknya, meskipun terkadang diliputi rasa lelah, ragu, dan jenuh. Pencapaian ini merupakan bukti nyata dari kerja keras, kesabaran, dan keteguhan hati yang telah ditunjukkan sepanjang perjalanan ini. Semoga apa yang telah diperjuangkan hari ini menjadi bekal dan motivasi untuk terus melangkah ke tahap kehidupan berikutnya.

Penulis menyadari laporan ini belum sempurna dan dengan rendah hati terbuka untuk kritik, koreksi, dan saran dari pembaca. Diharapkan hasil tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi perkembangan teknologi.

Bandung, 27 Juli 2026

Moch Zuhdi Maulana Nabilah

## DAFTAR ISI

|                                                    |      |
|----------------------------------------------------|------|
| LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR .....        | i    |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....        | ii   |
| ABSTRAK .....                                      | iii  |
| ABSTRACT .....                                     | iv   |
| KATA PENGANTAR.....                                | v    |
| DAFTAR ISI .....                                   | v    |
| DAFTAR ISTILAH .....                               | ix   |
| DAFTAR TABEL .....                                 | x    |
| DAFTAR GAMBAR .....                                | xii  |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                              | xiii |
| DAFTAR SIMBOL .....                                | xiv  |
| BAB 1 PENDAHULUAN .....                            | 1-1  |
| 1.1 Latar Belakang .....                           | 1-1  |
| 1.2 Identifikasi Masalah .....                     | 1-3  |
| 1.3 Tujuan Tugas Akhir .....                       | 1-3  |
| 1.4 Lingkup Tugas Akhir .....                      | 1-3  |
| 1.5 Metodologi Tugas Akhir .....                   | 1-4  |
| 1.6 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir..... | 1-5  |
| BAB 2 KAJIAN PUSTAKA .....                         | 2-1  |
| 2.1 Teori Yang Digunakan.....                      | 2-1  |
| 2.1.1 Website .....                                | 2-1  |
| 2.1.2 Portal Informasi.....                        | 2-1  |
| 2.1.3 Model Waterfall.....                         | 2-1  |
| 2.1.4 Wawancara .....                              | 2-2  |
| 2.1.5 Skala Guttman.....                           | 2-2  |
| 2.1.6 Laravel .....                                | 2-3  |

|                                                  |            |
|--------------------------------------------------|------------|
| 2.1.7 Model-View-Controller (MVC) .....          | 2-3        |
| 2.1.8 MySQL.....                                 | 2-3        |
| 2.1.9 WebSocket.....                             | 2-4        |
| 2.1.10 Live Chat Hybrid.....                     | 2-4        |
| 2.1.11 Chatbot .....                             | 2-5        |
| 2.1.12 Gemini AI.....                            | 2-5        |
| 2.1.13 Laravel Reverb.....                       | 2-6        |
| 2.1.14 Black Box Testing .....                   | 2-6        |
| 2.1.15 User Acceptance Testing .....             | 2-6        |
| 2.2 Penelitian Terdahulu.....                    | 2-7        |
| <b>BAB 3 SKEMA PENELITIAN .....</b>              | <b>3-1</b> |
| 3.1 Alur Penyelesaian Tugas Akhir .....          | 3-1        |
| 3.2 Perumusan Masalah .....                      | 3-4        |
| 3.2.1 Analisis Masalah .....                     | 3-4        |
| 3.2.2 Solusi Masalah .....                       | 3-5        |
| 3.3 Skema Analisis .....                         | 3-6        |
| 3.4 Gambaran Produk Tugas Akhir.....             | 3-8        |
| 3.5 Profil Tempat Penelitian.....                | 3-8        |
| 3.5.1 Visi dan Misi .....                        | 3-9        |
| <b>BAB 4 ANALISIS DAN PERANCANGAN.....</b>       | <b>4-1</b> |
| 4.1 Analisis Perangkat Lunak.....                | 4-1        |
| 4.1.1 Pengumpulan Data .....                     | 4-1        |
| 4.1.2 Analisis Sistem yang Sedang Berjalan ..... | 4-2        |
| 4.1.3 Business Use Case Diagram.....             | 4-3        |
| 4.1.4 Deskripsi Business Use Case .....          | 4-4        |
| 4.1.5 Deskripsi Business Actor .....             | 4-4        |
| 4.1.6 Deskripsi Worker Actor.....                | 4-4        |
| 4.1.7 Analisis Kebutuhan Pengguna.....           | 4-5        |

|                                                               |            |
|---------------------------------------------------------------|------------|
| 4.1.8 Analisis Kebutuhan Fungsional.....                      | 4-5        |
| 4.1.9 Analisis Kebutuhan Non Fungsional.....                  | 4-7        |
| 4.1.10 Identifikasi Use Case.....                             | 4-7        |
| 4.2 Perancangan Perangkat Lunak .....                         | 4-8        |
| 4.2.1 Gambaran Umum Arsitektur Sistem .....                   | 4-8        |
| 4.2.2 Komponen Komponen Utama Sistem.....                     | 4-10       |
| 4.2.3 Gambaran Arsitektur Chatbot .....                       | 4-11       |
| 4.2.4 Gambaran Arsitektur Live Chat Hybrid dan Handover.....  | 4-12       |
| 4.2.5 Perancangan Access Control Modul Live Chat Hybrid ..... | 4-13       |
| 4.2.6 Perancangan Keamanan Sistem .....                       | 4-14       |
| 4.2.7 Arsitektur Deployment.....                              | 4-15       |
| 4.3 Pemodelan Berbasis Skenario .....                         | 4-15       |
| 4.3.1 Use Case Diagram.....                                   | 4-16       |
| 4.3.2 Activity Diagram.....                                   | 4-16       |
| 4.3.3 Skenario Use Case.....                                  | 4-18       |
| 4.3.4 Diagram Sequence .....                                  | 4-22       |
| 4.3.5 Diagram Kelas Analisis.....                             | 4-25       |
| 4.3.6 Diagram Kelas Analisis Lengkap.....                     | 4-29       |
| 4.3.7 Entity Relationship Diagram.....                        | 4-30       |
| 4.4 Perancangan Antarmuka.....                                | 4-31       |
| <b>BAB 5 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN .....</b>                 | <b>5-1</b> |
| 5.1 Kontruksi Perangkat Lunak.....                            | 5-1        |
| 5.1.1 Prisnip Dasar Kontruksi .....                           | 5-1        |
| 5.1.2 Pengelolaan Kontruksi .....                             | 5-2        |
| 5.1.3 Pertimbangan Praktis .....                              | 5-4        |
| 5.1.4 Teknologi Kontruksi.....                                | 5-5        |
| 5.1.5 Perangkat Bantu Konstruksi.....                         | 5-5        |
| 5.1.6 Detail Kontruksi Sistem .....                           | 5-6        |

|                                                                     |      |
|---------------------------------------------------------------------|------|
| 5.1.7 Konfigurasi Routing Sistem .....                              | 5-11 |
| 5.1.8 Implementasi Chatbot Gemini AI .....                          | 5-11 |
| 5.1.9 Kebutuhan Token .....                                         | 5-16 |
| 5.1.10 Implementasi Fitur Handover.....                             | 5-18 |
| 5.2 Pengujian Perangkat Lunak.....                                  | 5-22 |
| 5.2.1 Black Box Testing .....                                       | 5-23 |
| 5.2.2 Rekapitulasi Hasil Black Box Testing.....                     | 5-26 |
| 5.2.3 Pengujian Penerimaan Pengguna (User Acceptance Testing) ..... | 5-26 |
| 5.2.4 Rekapitulasi Hasil Pengujian Penerimaan Pengguna.....         | 5-27 |
| 5.3 Deployment.....                                                 | 5-28 |
| BAB 6 PENUTUP .....                                                 | 6-1  |
| 6.1 Kesimpulan .....                                                | 6-1  |
| 6.2 Saran.....                                                      | 6-1  |
| DAFTAR PUSTAKA.....                                                 | xv   |
| LAMPIRAN.....                                                       | A-1  |
| Lampiran A Berita Wawancara .....                                   | A-2  |
| Lampiran B Dokumentasi Video Viral.....                             | B-1  |
| Lampiran C Antarmuka Sisi Masyarakat.....                           | C-1  |
| Lampiran D Antarmuka Sisi Admin.....                                | D-1  |
| Lampiran E UAT Masyarakat .....                                     | E-1  |
| Lampiran F UAT Dinas PUPR.....                                      | F-1  |

## DAFTAR ISTILAH

| Istilah                     | Keterangan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Website                     | Website merupakan sekumpulan halaman digital yang saling terhubung dan memuat berbagai jenis informasi, seperti teks, gambar, video, maupun bentuk konten lainnya. Seluruh informasi tersebut dapat diakses secara luas oleh pengguna melalui jaringan internet, tanpa dibatasi oleh lokasi maupun waktu, selama tersedia perangkat dan koneksi yang mendukung |
| Live Chat                   | Fitur komunikasi berbasis teks secara langsung antara pengguna dan sistem melalui website.                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Live Chat Hybrid            | Kombinasi antara respons otomatis oleh chatbot dan intervensi admin melalui mekanisme handover dalam satu kanal percakapan.                                                                                                                                                                                                                                    |
| Artificial Inteligent       | Teknologi kecerdasan buatan yang memungkinkan sistem meniru kemampuan berpikir manusia, seperti menganalisis data, memahami bahasa alami,                                                                                                                                                                                                                      |
| Black Box Testing           | Metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada input dan output tanpa memperhatikan bagaimana proses atau kode di dalam sistem bekerja.                                                                                                                                                                                                                   |
| Model-View-Controller (MVC) | Pola arsitektur perangkat lunak yang memisahkan antara logika bisnis, tampilan antarmuka, dan pengelolaan alur aplikasi.                                                                                                                                                                                                                                       |
| Chatbot                     | Aplikasi komputer yang dirancang untuk berinteraksi dengan manusia melalui media percakapan berbasis teks maupun suara.                                                                                                                                                                                                                                        |
| WebSocket                   | Protokol komunikasi yang memungkinkan pertukaran data secara dua arah antara client dan server melalui koneksi yang tetap aktif, sehingga informasi dapat dikirim dan diterima secara langsung tanpa perlu melakukan pemuatan ulang halaman.                                                                                                                   |
| Handover                    | Mekanisme pengalihan percakapan dari chatbot kepada admin ketika pertanyaan memerlukan penanganan lebih lanjut.                                                                                                                                                                                                                                                |
| Fishbone                    | Metode berbentuk tulang ikan yang digunakan untuk menggambarkan analisis masalah dan solusi masalah.                                                                                                                                                                                                                                                           |

## DAFTAR TABEL

|                                                                         |      |
|-------------------------------------------------------------------------|------|
| Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu .....                                   | 2-7  |
| Tabel 3. 1 Alur Penyelesaian Tugas Akhir .....                          | 3-1  |
| Tabel 3. 2 Analisis Masalah .....                                       | 3-4  |
| Tabel 3. 3 Analisis Solusi .....                                        | 3-5  |
| Tabel 3. 4 Skema Analisis .....                                         | 3-7  |
| Tabel 4. 1 Diagram Sistem Berjalan .....                                | 4-2  |
| Tabel 4. 2 Business Use Case Diagram.....                               | 4-3  |
| Tabel 4. 3 Deskripsi Business Use Case .....                            | 4-4  |
| Tabel 4. 4 Deskripsi Business Actor .....                               | 4-4  |
| Tabel 4. 5 Deskripsi Worker Actor.....                                  | 4-4  |
| Tabel 4. 6 Analisis Kebutuhan Pengguna.....                             | 4-5  |
| Tabel 4. 7 Analisis Kebutuhan Fungsional.....                           | 4-5  |
| Tabel 4. 8 Analisis Kebutuhan Non Fungsional.....                       | 4-7  |
| Tabel 4. 9 Identifikasi Use Case.....                                   | 4-7  |
| Tabel 4. 10 Deskripsi Lapisan Arsitektur .....                          | 4-9  |
| Tabel 4. 11 Komponen-Komponen Utama Sistem.....                         | 4-10 |
| Tabel 4. 12 Perancangan Access Control Modul Live Chat Hybrid .....     | 4-13 |
| Tabel 4. 13 Perancangan Keamanan Sistem.....                            | 4-14 |
| Tabel 4. 14 Arsitektur Deployment .....                                 | 4-15 |
| Tabel 4. 15 Use Case Diagram.....                                       | 4-16 |
| Tabel 4. 16 Activity Diagram .....                                      | 4-17 |
| Tabel 4. 17 Skenario UC-01: Mengirim Pertanyaan melalui Live Chat ..... | 4-18 |
| Tabel 4. 18 Skenario UC-02: Menerima Jawaban Chatbot .....              | 4-19 |
| Tabel 4. 19 Skenario UC-03: Mengalihkan Percakapan .....                | 4-19 |
| Tabel 4. 20 Skenario UC-04: Mengelola Percakapan .....                  | 4-20 |
| Tabel 4. 21 Skenario UC-05: Membalas Pesan.....                         | 4-21 |
| Tabel 4. 22 Skenario UC-06: Mengakhiri Sesi Percakapan .....            | 4-21 |
| Tabel 4. 23 Diagram Kelas UC-01 .....                                   | 4-25 |
| Tabel 4. 24 Diagram Kelas UC-02 .....                                   | 4-26 |
| Tabel 4. 25 Diagram Kelas UC-03 .....                                   | 4-26 |
| Tabel 4. 26 Diagram Kelas UC-04 .....                                   | 4-27 |
| Tabel 4. 27 Diagram Kelas UC-05 .....                                   | 4-28 |
| Tabel 4. 28 Diagram Kelas UC-06.....                                    | 4-28 |
| Tabel 4. 29 Diagram Kelas Analisis Lengkap .....                        | 4-29 |

|                                                                        |      |
|------------------------------------------------------------------------|------|
| Tabel 4. 30 Entity Relationship Diagram .....                          | 4-30 |
| Tabel 4. 31 Halaman Beranda Website dengan Ikon Live Chat.....         | 4-31 |
| Tabel 4. 32 Live Chat Form Identitas Pengguna .....                    | 4-32 |
| Tabel 4. 33 Percakapan Live Chat dengan Chatbot .....                  | 4-32 |
| Tabel 4. 34 Verifikasi Jawaban Chatbot .....                           | 4-33 |
| Tabel 4. 35 Handover ke Admin.....                                     | 4-33 |
| Tabel 4. 36 Dashboard Admin Ringkasan Percakapan .....                 | 4-34 |
| Tabel 4. 37 Halaman Riwayat dan Filter Percakapan .....                | 4-34 |
| Tabel 4. 38 Halaman Detail Percakapan dan Balas Pesan .....            | 4-35 |
| Tabel 4. 39 Konfirmasi Mengakhiri Sesi Percakapan .....                | 4-35 |
| Tabel 5. 1 Pengelolaan Kontruksi .....                                 | 5-3  |
| Tabel 5. 2 Teknologi Kontruksi.....                                    | 5-5  |
| Tabel 5. 3 Perangkat Bantu Kontruksi .....                             | 5-5  |
| Tabel 5. 4 Struktur Folder dan Berkas.....                             | 5-6  |
| Tabel 5. 5 Daftar Fungsi Pengelolaan Sesi Chat .....                   | 5-7  |
| Tabel 5. 6 Daftar Fungsi Pengiriman Pesan dan Respons Chatbot .....    | 5-8  |
| Tabel 5. 7 Daftar Fungsi Integrasi Chatbot Gemini AI .....             | 5-8  |
| Tabel 5. 8 Verifikasi Kepuasan dan Mekanisme Handover ke Admin .....   | 5-9  |
| Tabel 5. 9 Dashboard dan Balasan Admin .....                           | 5-9  |
| Tabel 5. 10 Komunikasi Real-Time .....                                 | 5-10 |
| Tabel 5. 11 Skema Basis Data Tabel chat_sessions.....                  | 5-10 |
| Tabel 5. 12 Skema Basis Data Tabel chat_messages .....                 | 5-11 |
| Tabel 5. 13 Konfigurasi Routing Sistem .....                           | 5-11 |
| Tabel 5. 14 Desain Basis Data untuk Mendukung Handover.....            | 5-18 |
| Tabel 5. 15 Pengujian UC-01 Mengirim Pertanyaan melalui Live Chat..... | 5-23 |
| Tabel 5. 16 Pengujian UC-02 Menerima Jawaban Chatbot .....             | 5-23 |
| Tabel 5. 17 Pengujian UC-03 Mengalihkan Percakapan.....                | 5-24 |
| Tabel 5. 18 Pengujian UC-04 Mengelola Percakapan.....                  | 5-24 |
| Tabel 5. 19 Pengujian UC-05 Membalas Pesan .....                       | 5-25 |
| Tabel 5. 20 Pengujian UC-06 Mengakhiri Sesi Percakapan .....           | 5-25 |
| Tabel 5. 21 Rekapitulasi Hasil Black Box Testing .....                 | 5-26 |
| Tabel 5. 22 Pengujian Penerimaan untuk Masyarakat (UAT) .....          | 5-26 |
| Tabel 5. 23 Pengujian Penerimaan untuk Admin Dinas PUPR (UAT) .....    | 5-27 |
| Tabel 5. 24 Rekapitulasi Hasil Pengujian Penerimaan Pengguna .....     | 5-27 |

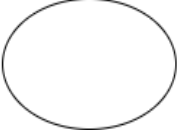
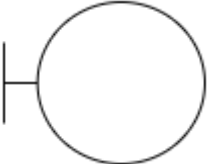
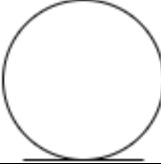
## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                   |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------|
| Gambar 1. 1 Metodologi Penyelesaian Tugas Akhir.....                              | 1-4  |
| Gambar 2. 1 Model Waterfall.....                                                  | 2-1  |
| Gambar 3. 1 Fishbone Analisis Masalah.....                                        | 3-4  |
| Gambar 3. 2 Fishbone Analisis Solusi .....                                        | 3-5  |
| Gambar 3. 3 Skema Analisis .....                                                  | 3-7  |
| Gambar 3. 4 Logo Dinas PUPR Kabupaten Garut.....                                  | 3-8  |
| Gambar 4. 1 Gambaran Arsitektur Sistem .....                                      | 4-9  |
| Gambar 4. 2 Gambaran Arsitektur Chatbot.....                                      | 4-12 |
| Gambar 4. 3 Gambaran Arsitektur Live Chat Hybrid dan Handover.....                | 4-13 |
| Gambar 4. 4 Diagram Sequence: UC-01 Mengirim Pertanyaan melalui Live Chat .....   | 4-22 |
| Gambar 4. 5 Diagram Sequence: UC-02 Menerima Jawaban Chatbot.....                 | 4-23 |
| Gambar 4. 6 Diagram Sequence: UC-03 Mengalihkan Percakapan .....                  | 4-23 |
| Gambar 4. 7 Diagram Sequence: UC-04 Mengelola Percakapan .....                    | 4-24 |
| Gambar 4. 8 Diagram Sequence: UC-05 Membalas Pesan.....                           | 4-24 |
| Gambar 4. 9 Diagram Sequence: UC-06 Mengakhiri Sesi Percakapan .....              | 4-25 |
| Gambar 5. 1 Implementasi Kode Pembentukan Konteks dari Database.....              | 5-13 |
| Gambar 5. 2 Implementasi Kode Penyusunan Prompt dan Riwayat Percakapan .....      | 5-14 |
| Gambar 5. 3 Implementasi Kode Pemanggilan Gemini API dan Penanganan Respons ..... | 5-15 |
| Gambar 5. 4 Implementasi Kode Titik Keputusan Handover .....                      | 5-19 |
| Gambar 5. 5 Implementasi Kode Perubahan Status pada Model ChatSession .....       | 5-20 |
| Gambar 5. 6 Implementasi Kode Notifikasi Handover ke Admin .....                  | 5-20 |
| Gambar 5. 7 Implementasi Kode Balasan Admin dalam Kanal Handover .....            | 5-21 |
| Gambar 5. 8 Implementasi Kode Penutupan Sesi sebagai Akhir Alur Handover .....    | 5-22 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| Lampiran A Berita Wawancara .....          | A-2 |
| Lampiran B Dokumentasi Video Viral.....    | B-1 |
| Lampiran C Antarmuka Sisi Masyarakat ..... | C-1 |
| Lampiran D Antarmuka Sisi Admin.....       | D-1 |
| Lampiran E UAT Masyarakat .....            | E-1 |
| Lampiran F UAT Dinas PUPR.....             | F-1 |

## DAFTAR SIMBOL

| No | Simbol                                                                                     | Nama Simbol    | Keterangan                                                                                       |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  |           | Use Case       | Menunjukkan aktivitas atau fungsi yang dapat dilakukan oleh aktor dalam suatu sistem.            |
| 2  | <br>Actor | Actor          | Menggambarkan pihak yang berinteraksi atau menggunakan sistem dalam menjalankan suatu aktivitas. |
| 3  |           | Association    | Menggambarkan interaksi hubungan dua arah antara aktor dengan use case yang terkait              |
| 4  |           | Activity       | Menunjukkan aktivitas yang dilakukan oleh aktor dalam suatu sistem.                              |
| 5  |          | Boundary       | Menggambarkan batas komunikasi atau antarmuka yang menghubungkan pengguna dengan sistem.         |
| 6  |         | Controller     | Kelas yang berisi logika pengendalian atau fungsional sistem.                                    |
| 7  |         | Entity         | Kelas yang merepresentasikan data atau informasi yang dikelola dan disimpan oleh sistem.         |
| 8  |         | Status Awal    | Menunjukkan awal dimulainya suatu proses atau aktivitas dalam alur kerja sistem.                 |
| 9  |         | Status Akhir   | Menunjukkan titik akhir atau berakhirnya suatu aktivitas dalam alur proses sistem.               |
| 10 |         | Aliran Kontrol | Menunjukkan arah alur dari satu aktivitas ke aktivitas berikutnya dalam suatu proses.            |

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Garut merupakan instansi pemerintah daerah yang berperan dalam pembangunan dan pemeliharaan infrastruktur wilayah. Seiring berkembangnya teknologi informasi, instansi pemerintah memanfaatkan website dan platform digital sebagai sarana penyampaian informasi publik, pelayanan, serta komunikasi dengan masyarakat [MUT24]. Website menjadi salah satu media utama karena mampu menyediakan informasi yang dapat diakses oleh masyarakat kapan saja dan di mana saja.

Sebagai bagian dari kegiatan Kerja Praktik yang telah dilaksanakan sebelumnya, peneliti telah membangun Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut yang dirancang untuk menyediakan berbagai fitur seperti profil dinas, berita, pengumuman, dokumen publik, formulir pengaduan, dan formulir kontak sebagai media layanan informasi. Sistem ini telah disesuaikan dengan kebutuhan instansi, namun demikian, hingga penelitian ini dilakukan, website tersebut belum dioperasionalkan secara resmi dan masih berada pada tahap pengembangan, serta berfungsi sebagai media penyampaian informasi satu arah yang belum mendukung komunikasi interaktif secara langsung.

Kondisi ini mencerminkan permasalahan yang lebih luas terkait keterbatasan saluran komunikasi antara Dinas PUPR Kabupaten Garut dengan masyarakat secara umum. Keterbatasan saluran komunikasi tersebut sempat menjadi perhatian publik melalui sebuah video yang beredar luas di media sosial. Dalam video tersebut, seorang warga mendapati bahwa sama sekali tidak tersedia saluran komunikasi yang dapat dihubungi selain hadir langsung ke kantor, termasuk tidak adanya nomor telepon maupun *hotline* yang dapat diakses oleh masyarakat. Warga dalam video tersebut secara eksplisit mempertanyakan ketiadaan saluran komunikasi alternatif bagi masyarakat yang berasal dari wilayah jauh seperti Garut Selatan maupun yang sedang berada di luar kota. Merespons video yang beredar luas tersebut, Dinas PUPR Kabupaten Garut kemudian menyediakan WhatsApp *hotline* dinas sebagai saluran komunikasi bagi masyarakat.

Meskipun demikian, berdasarkan hasil wawancara dengan petugas pelayanan Dinas PUPR Kabupaten Garut, diketahui bahwa pelayanan informasi kepada masyarakat masih dilakukan secara langsung di kantor maupun melalui media komunikasi seperti WhatsApp *hotline* dinas. Mekanisme ini memiliki keterbatasan karena respons sangat bergantung pada ketersediaan petugas. Dalam beberapa kondisi, jawaban baru dapat diberikan setelah beberapa jam bahkan

hingga keesokan harinya. Selain itu, jumlah petugas yang terbatas menyebabkan pelayanan menjadi kurang optimal, terutama ketika jumlah pertanyaan yang masuk meningkat. Sebagian besar pertanyaan yang diajukan masyarakat juga bersifat berulang, terutama berkaitan dengan persyaratan, prosedur, dan informasi dasar layanan, sehingga petugas harus memberikan jawaban yang sama secara manual berulang kali.

Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara sistem yang tersedia dengan kebutuhan masyarakat akan layanan yang cepat dan interaktif. Masyarakat membutuhkan layanan informasi yang praktis, cepat, dan dapat diakses secara interaktif tanpa harus selalu datang langsung ke kantor atau menunggu balasan dari petugas. Dalam konteks ini, teknologi web memungkinkan penerapan fitur live chat sebagai media komunikasi dua arah dalam satu kanal percakapan. Namun, penerapan live chat secara konvensional tetap bergantung pada ketersediaan sumber daya manusia dan berpotensi menghadapi kendala dalam responsivitas layanan [ANU25]. Di sisi lain, perkembangan teknologi artificial intelligence (AI) memungkinkan sistem memberikan respons otomatis terhadap pertanyaan yang bersifat umum melalui pemanfaatan chatbot. Implementasi chatbot sebagai bagian dari AI dapat meningkatkan kecepatan, akurasi, dan interaktivitas layanan informasi [ALV25].

Berdasarkan kondisi tersebut, pendekatan live chat hybrid, yaitu kombinasi antara respons otomatis oleh chatbot dan intervensi admin melalui mekanisme *handover*, dapat digunakan untuk mendukung komunikasi dua arah serta mengakomodasi keterbatasan sumber daya manusia. Dalam pendekatan ini, chatbot digunakan untuk menangani pertanyaan yang bersifat umum dan berulang, sedangkan pertanyaan yang memerlukan penjelasan lebih spesifik dan tidak dapat dijawab hanya berdasarkan informasi umum dapat dialihkan kepada admin.

Website Portal Informasi dan Publikasi yang telah dibangun pada kegiatan Kerja Praktik merupakan sistem yang dirancang khusus sesuai dengan kebutuhan Dinas PUPR Kabupaten Garut, sehingga pengembangan fitur pada sistem yang sama dilakukan sebagai bagian dari pengembangan lanjutan terhadap sistem yang telah ada. Integrasi fitur live chat secara langsung pada website yang sudah ada akan memberikan pengalaman yang lebih terpadu bagi masyarakat, karena pengguna dapat mengakses informasi sekaligus berinteraksi dalam satu platform yang sama tanpa harus berpindah ke media komunikasi lain seperti WhatsApp atau datang langsung ke kantor. Dengan demikian, penelitian ini difokuskan pada pengembangan modul *live chat hybrid* berbasis chatbot Gemini AI pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut sebagai upaya untuk menyediakan mekanisme komunikasi dua arah dalam satu platform layanan informasi.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian tersebut, berikut adalah permasalahan yang dimunculkan dalam penelitian ini:

1. Bagaimana menyediakan mekanisme komunikasi dua arah pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut sehingga masyarakat dapat melakukan interaksi secara interaktif serta memperoleh tanggapan terhadap pertanyaan yang diajukan melalui satu kanal percakapan tanpa harus datang ke kantor atau menunggu balasan melalui WhatsApp hotline?
2. Bagaimana mengembangkan sistem komunikasi berbasis website yang mampu menangani pertanyaan masyarakat yang bersifat umum atau berulang secara otomatis serta menyediakan mekanisme pengalihan percakapan kepada admin ketika pertanyaan memerlukan penanganan lebih lanjut?

## 1.3 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan poin pada identifikasi masalah, maka dapat diperoleh tujuan dari tugas akhir ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengembangkan modul *live chat hybrid* pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut menggunakan framework Laravel sehingga masyarakat dapat melakukan interaksi secara langsung melalui satu kanal percakapan tanpa harus datang ke kantor atau menunggu balasan melalui WhatsApp hotline.
2. Mengintegrasikan Chatbot Gemini AI pada modul *live chat hybrid* yang mampu menangani pertanyaan masyarakat yang bersifat umum atau berulang secara otomatis serta menyediakan mekanisme pengalihan percakapan kepada admin ketika pertanyaan memerlukan penanganan lebih lanjut.

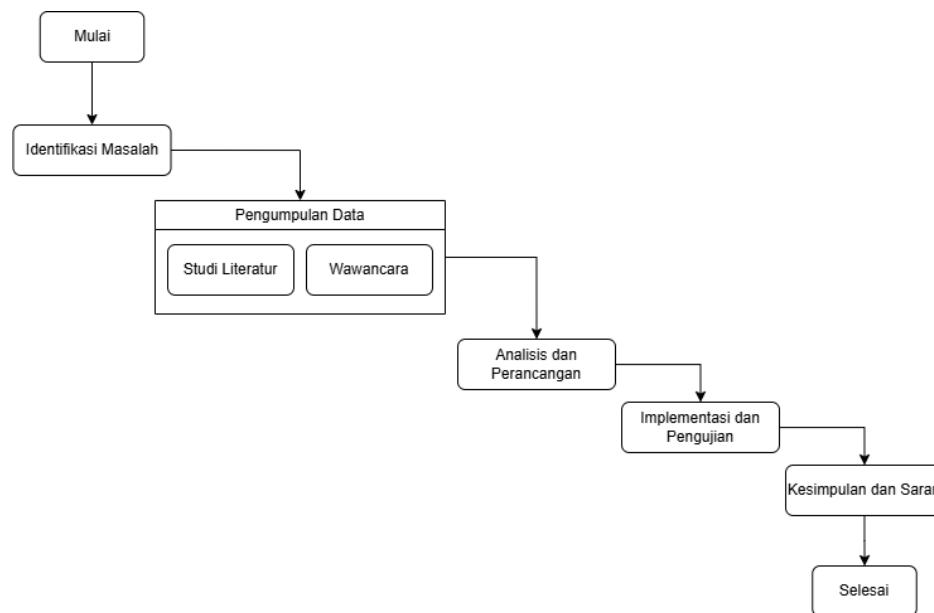
## 1.4 Lingkup Tugas Akhir

1. Penelitian ini dibatasi pada pengembangan modul *live chat hybrid* dengan integrasi Chatbot Gemini AI pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Garut yang telah dibangun oleh peneliti pada kegiatan Kerja Praktik menggunakan *framework* Laravel
2. Modul yang dikembangkan difokuskan sebagai fitur komunikasi dua arah pada website dalam satu kanal percakapan.
3. Pemanfaatan API Gemini AI dilakukan dengan mengambil konten yang tersedia pada database website sebagai konteks dalam menghasilkan respons chatbot secara otomatis

4. Chatbot dirancang untuk merespons pertanyaan yang berkaitan dengan informasi, sedangkan pertanyaan yang memerlukan penanganan lebih lanjut dapat dialihkan kepada admin melalui mekanisme *handover*.

## 1.5 Metodologi Tugas Akhir

Dalam proses perancangan hingga pengembangan modul *live chat hybrid* dengan integrasi Chatbot Gemini AI pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Garut akan mengadaptasi model waterfall sebagai metode pengembangan perangkat lunaknya :



Gambar 1. 1 Metodologi Penyelesaian Tugas Akhir

Berikut merupakan rincian dari metodologi tugas akhir ini, diantaranya:

### 1. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap keterbatasan pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut yang belum menyediakan fitur komunikasi dua arah secara langsung dalam satu kanal percakapan. Sistem yang tersedia masih mengandalkan formulir kontak dan formulir pengaduan melalui email sehingga interaksi belum dapat dilakukan secara langsung melalui website.

### 2. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data melalui studi literatur dan wawancara. Studi literatur dilakukan untuk memperoleh landasan teori terkait layanan informasi publik digital, chatbot berbasis Artificial Intelligence, serta metode pengembangan perangkat lunak. Wawancara dilakukan dengan pihak terkait di Dinas PUPR

Kabupaten Garut untuk memperoleh informasi mengenai mekanisme pelayanan informasi yang berjalan serta kebutuhan sistem.

### **3. Analisis dan Perancangan**

Pada tahap ini, setelah data terkumpul dilakukan analisis kebutuhan sistem untuk mengidentifikasi fungsi dan kebutuhan yang diperlukan dalam pengembangan fitur komunikasi pada website. Berdasarkan hasil analisis tersebut, selanjutnya dilakukan perancangan modul *live chat hybrid* yang meliputi perancangan arsitektur sistem berbasis Laravel, perancangan alur interaksi antara pengguna, chatbot Gemini AI, dan admin, perancangan struktur database, serta desain antarmuka pengguna. Perancangan ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan mampu mengatasi keterbatasan komunikasi satu arah pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut.

### **4. Implementasi dan Pengujian**

Pada tahap ini dilakukan proses implementasi sistem berdasarkan hasil perancangan yang telah dibuat pada tahap sebelumnya. Setelah proses implementasi selesai, dilakukan pengujian sistem menggunakan metode Black Box Testing yang berfokus pada pengujian fungsionalitas sistem, meliputi pengujian fitur *live chat*, respons chatbot terhadap pertanyaan pengguna, serta mekanisme *handover* percakapan kepada admin.

### **5. Kesimpulan dan Saran**

Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi, serta penyusunan saran yang dapat menjadi masukan bagi pengembangan dan penelitian selanjutnya.

## **1.6 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir**

Laporan tugas akhir ini disusun secara sistematis menjadi 6 bab yang berisi sub bab yang dibutuhkan agar laporan tugas akhir tersusun secara terstruktur dan mudah dipahami. Adapun sistematika penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini berisi gambaran umum mengenai penelitian yang dilakukan. Pembahasan dalam bab ini meliputi latar belakang penelitian, identifikasi masalah, tujuan penelitian, lingkup penelitian, metodologi tugas akhir, serta sistematika penulisan laporan.

### **BAB 2 KAJIAN PUSTAKA**

Bab ini memuat uraian mengenai definisi, landasan teori, dan konsep-konsep yang mendukung pelaksanaan tugas akhir. Selain itu, disajikan pula tinjauan terhadap penelitian atau jurnal ilmiah terdahulu yang relevan dan memiliki keterkaitan dengan topik yang dibahas dalam tugas akhir ini.

### **BAB 3 SKEMA PENELITIAN**

Bab ini berisi penjelasan mengenai alur penyelesaian tugas akhir, perumusan masalah, skema analisis, gambaran produk tugas akhir, serta profil tempat penelitian

### **BAB 4 ANALISIS DAN PERANCANGAN**

Bab ini membahas hasil analisis kebutuhan sistem serta proses perancangan sistem yang akan dikembangkan. Pembahasan meliputi identifikasi kebutuhan sistem, perancangan arsitektur sistem, perancangan database, perancangan alur sistem, serta desain antarmuka pengguna.

### **BAB 5 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN**

Bab ini menjelaskan proses implementasi sistem berdasarkan perancangan yang telah dibuat sebelumnya. Selain itu, pada bab ini juga dibahas proses pengujian sistem untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan.

### **BAB 6 PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran yang dapat menjadi bahan pertimbangan untuk pengembangan sistem pada penelitian selanjutnya.

## **BAB 2**

### **KAJIAN PUSTAKA**

Bab Kajian Pustaka berisi uraian mengenai teori – teori dan konsep serta penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini. Pembahasan tersebut dijadikan dasar teoritis dalam pengembangan tugas akhir ini.

#### **2.1 Teori Yang Digunakan**

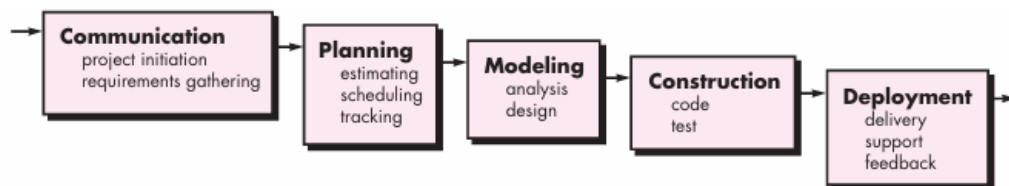
##### **2.1.1 Website**

Website merupakan sekumpulan halaman digital yang saling terhubung dan memuat berbagai jenis informasi, seperti teks, gambar, video, maupun bentuk konten lainnya. Seluruh informasi tersebut dapat diakses secara luas oleh pengguna melalui jaringan internet, tanpa dibatasi oleh lokasi maupun waktu, selama tersedia perangkat dan koneksi yang mendukung [RAH23].

##### **2.1.2 Portal Informasi**

Portal informasi merupakan sebuah sistem terintegrasi yang dirancang untuk menyediakan berbagai informasi kepada masyarakat secara terstruktur dan mudah dijangkau. Dengan hadirnya portal ini, masyarakat dapat mengakses informasi yang diperlukan tanpa harus pergi langsung ke kantor, sehingga meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam pelayanan publik [NAS25].

##### **2.1.3 Model Waterfall**



Gambar 2. 1 Model *Waterfall*

Model Waterfall menggambarkan pendekatan pengembangan perangkat lunak yang dilakukan secara sistematis dan berurutan, dimulai dari proses penentuan kebutuhan oleh pengguna. Selanjutnya proses pengembangan dilanjutkan melalui tahap perencanaan, perancangan, pembangunan sistem, hingga implementasi, yang kemudian diakhiri dengan dukungan atau pemeliharaan terhadap perangkat lunak yang telah selesai dikembangkan [PRE10].

### 2.1.4 Wawancara

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data yang digunakan apabila peneliti ingin melakukan studi pendahuluan untuk menemukan permasalahan yang harus diteliti, serta apabila peneliti ingin mengetahui hal-hal dari responden secara lebih mendalam dengan jumlah responden yang relatif sedikit. Teknik ini mendasarkan diri pada *self-report* atau informasi langsung dari responden mengenai pengalaman, pengetahuan, dan keyakinan pribadi [SUG17]. Dalam penelitian ini, wawancara terstruktur dilakukan secara langsung (*face to face*) dengan stakeholder yang berinteraksi langsung dengan masyarakat dalam pelayanan informasi, yaitu petugas pelayanan dinas PUPR Kabupaten Garut. Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi terkait mekanisme penyampaian informasi kepada masyarakat, jenis pertanyaan yang sering diajukan oleh masyarakat, serta kendala yang dihadapi dalam proses pelayanan informasi yang berkaitan dengan layanan pemerintah daerah, khususnya yang berhubungan dengan Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Garut.

Penggunaan wawancara terstruktur dipilih karena:

1. Penelitian ini bertujuan menggali informasi yang spesifik dan terarah mengenai kebutuhan layanan komunikasi antara masyarakat dan instansi melalui website, serta jenis pertanyaan yang sering diajukan oleh masyarakat.
2. Jumlah narasumber terbatas dan memiliki pengalaman langsung dalam memberikan pelayanan informasi kepada masyarakat.
3. Data yang diperoleh digunakan sebagai dasar dalam proses analisis kebutuhan sistem.
4. Informasi yang dikumpulkan akan dikaitkan langsung dengan proses perancangan modul live chat yang terintegrasi dengan chatbot berbasis Gemini AI pada website portal informasi.

Dengan demikian, wawancara terstruktur dalam penelitian ini berfungsi sebagai dasar analisis kebutuhan sistem untuk mendukung pengembangan modul *live chat hybrid* pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Garut.

### 2.1.5 Skala Guttman

Skala Guttman adalah salah satu teknik pengukuran yang digunakan dalam penelitian kuantitatif untuk memperoleh respons yang tegas dan konsisten terhadap suatu pernyataan. Skala ini hanya menyediakan dua pilihan jawaban yang bersifat dikotomis, misalnya "ya" dan "tidak", "setuju" dan "tidak setuju", "benar" dan "salah", "pernah" dan "tidak pernah", atau "positif" dan "negatif". Data yang dihasilkan dari skala ini dapat berbentuk data interval maupun rasio dengan sifat dikotomi, karena hanya terdiri atas dua alternatif jawaban. Hal ini berbeda dengan skala Likert yang umumnya

memiliki beberapa tingkatan respons, mulai dari "sangat setuju" hingga "sangat tidak setuju". Karena sifatnya yang sederhana dan tegas, skala Guttman cocok digunakan ketika peneliti ingin memperoleh jawaban yang pasti terhadap suatu permasalahan yang diteliti. Penyusunan skala ini dapat dilakukan dalam bentuk pilihan ganda maupun checklist. Pada tahap penskoran, jawaban yang menunjukkan persetujuan atau respons positif umumnya diberi skor 1, sedangkan jawaban yang menunjukkan ketidaksetujuan atau respons negatif diberi skor 0. Selanjutnya, data yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif sebagaimana skala pengukuran pada umumnya [SUG17].

### 2.1.6 Laravel

Laravel adalah framework aplikasi web yang menyediakan struktur dasar dengan sintaks yang mudah dipahami dan elegan, sehingga memudahkan pengembang dalam membangun aplikasi tanpa harus terlalu memikirkan detail teknis. *Framework* ini menawarkan berbagai fitur canggih, seperti dependency injection yang kuat, lapisan abstraksi database yang jelas, sistem antrian dan penjadwalan tugas, serta kemampuan pengujian unit dan integrasi. Laravel dirancang agar cocok digunakan oleh pengembang pemula maupun yang sudah berpengalaman, memungkinkan mereka untuk terus berkembang dan membangun aplikasi web dengan lebih efisien dan terstruktur. Pendekatan ini sejalan dengan tujuan framework untuk memberikan pengalaman pengembangan yang produktif sekaligus memudahkan pengelolaan aplikasi secara menyeluruh [LAR25].

### 2.1.7 Model-View-Controller (MVC)

Model-View-Controller (MVC) merupakan arsitektur perangkat lunak yang banyak digunakan dalam pengembangan aplikasi web. Model berfungsi sebagai lapisan yang merepresentasikan data dan berinteraksi langsung dengan basis data melalui kelas Eloquent. View bertugas menyajikan data dalam bentuk halaman web yang dapat dilihat oleh pengguna, dengan memanfaatkan bahasa template Blade untuk mempermudah pembuatan tampilan yang konsisten dan mudah dikelola. Sedangkan Controller bertindak sebagai penghubung antara Model dan View, mengelola logika aplikasi dengan menerima permintaan dari pengguna, melakukan validasi, memproses data, dan mengarahkan hasil ke View yang sesuai. Dengan pembagian tugas yang jelas pada tiap komponen ini, arsitektur MVC mendukung pengembangan aplikasi yang lebih terstruktur, modular, dan mudah dipelihara [HUY22].

### 2.1.8 MySQL

MySQL adalah sistem manajemen basis data relasional (RDBMS) sumber terbuka yang paling populer di dunia dan berfungsi sebagai repositori data penting untuk berbagai aplikasi perangkat lunak. Basis data menyimpan informasi seperti hasil pencarian web, data akun, dan transaksi untuk diakses kembali di kemudian hari, dan MySQL unggul dalam pengelolaan data tersebut. SQL, atau

Structured Query Language, adalah bahasa pemrograman yang digunakan untuk mengambil, memperbarui, menghapus, serta memanipulasi data dalam basis data relasional. MySQL, yang sering diucapkan "My ess-cue-el" atau "my sequel," dirancang untuk menyimpan dan mengelola data terstruktur dalam format tabel yang terorganisir. Selain itu, MySQL kini mendukung tipe data modern seperti JSON, berkat penambahan fitur dari Oracle, sehingga semakin meningkatkan fleksibilitasnya dalam mengelola berbagai jenis data. Sistem ini tidak hanya efisien dalam penyimpanan dan pengelolaan data, tetapi juga menyediakan fitur keamanan, replikasi, dan pemulihan data yang membuatnya andal untuk berbagai kebutuhan aplikasi web dan perangkat lunak lainnya [ORA25].

### 2.1.9 WebSocket

WebSocket merupakan protokol komunikasi berbasis HTML5 yang memungkinkan pertukaran data secara dua arah (*full-duplex*) antara client dan server dalam satu koneksi yang sama. Berbeda dengan komunikasi berbasis HTTP yang bersifat *request-response*, WebSocket memungkinkan kedua pihak untuk saling mengirim dan menerima data secara langsung tanpa harus menunggu permintaan terlebih dahulu [EKA24].

Secara teknis, WebSocket berjalan di atas protokol TCP dan menggunakan koneksi yang bersifat persisten. Proses komunikasi diawali dengan mekanisme *handshake* antara client dan server, setelah itu koneksi akan tetap terbuka sehingga memungkinkan pertukaran data secara berkelanjutan tanpa perlu membangun koneksi ulang setiap kali terjadi komunikasi [EKA24].

Dengan karakteristik tersebut, WebSocket mampu memberikan komunikasi yang lebih cepat dan efisien, terutama dalam sistem yang membutuhkan interaksi secara *real-time*. Hal ini menjadikan WebSocket sesuai untuk diterapkan pada fitur seperti *live chat*, karena mampu meningkatkan responsivitas sistem serta memberikan pengalaman interaksi yang lebih optimal bagi pengguna [EKA24].

### 2.1.10 Live Chat Hybrid

Konsep *live chat hybrid* didasarkan pada pandangan bahwa kecerdasan buatan (AI) dan agen manusia merupakan dua elemen yang saling melengkapi dalam suatu ekosistem layanan, bukan sebagai pihak yang saling bersaing. Dalam konteks ini, chatbot digunakan untuk menangani permintaan dengan volume tinggi dan tingkat kompleksitas rendah guna meningkatkan efisiensi serta skalabilitas layanan [DEC24].

Di sisi lain, agen manusia memiliki peran penting dalam menangani interaksi yang memerlukan empati, personalisasi, serta kemampuan adaptif dalam menyelesaikan permasalahan yang lebih

kompleks. Dengan demikian, kombinasi antara AI dan manusia memungkinkan pemanfaatan sumber daya yang lebih optimal, sekaligus meningkatkan kualitas pengalaman pengguna yang berdampak pada kepuasan dan loyalitas dalam jangka Panjang [DEC24].

#### 2.1.11 Chatbot

Chatbot merupakan salah satu bentuk pengembangan aplikasi komputer yang dirancang untuk berinteraksi dengan manusia melalui media percakapan, baik dalam bentuk teks maupun suara. Sistem ini dilengkapi dengan teknologi kecerdasan buatan serta pemrosesan bahasa alami yang memungkinkan chatbot memahami dan merespons pertanyaan dari pengguna. Chatbot umumnya dikembangkan untuk membantu manusia dalam berbagai layanan informasi, seperti pelayanan pelanggan (*customer service*), dengan topik tertentu yang telah ditentukan [YUN19]. Dalam penerapannya, chatbot dibedakan menjadi dua pendekatan, yaitu chatbot biasa dan chatbot AI. Meskipun chatbot biasa dapat mengambil data dari database, jawabannya tetap terbatas pada pertanyaan yang sudah ditentukan sebelumnya, sehingga apabila terdapat informasi baru yang belum ditentukan, program chatbot harus diperbarui secara manual agar dapat mengakses informasi tersebut. Sementara itu, chatbot AI mampu membaca seluruh konten database dan memahami konteksnya secara otomatis, sehingga ketika terdapat informasi baru pada database, chatbot langsung dapat menjawab pertanyaan terkait tanpa perlu perubahan program apapun. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan pendekatan chatbot AI mengingat informasi Dinas PUPR Kabupaten Garut mencakup banyak bidang seperti irigasi, jalan, perizinan, dan pengaduan yang variasi pertanyaannya tidak dapat diprediksi sepenuhnya.

#### 2.1.12 Gemini AI

Gemini AI merupakan keluarga model kecerdasan buatan generatif yang dikembangkan oleh Google DeepMind. Model ini termasuk dalam kategori *Large Language Model* (LLM) yang dirancang untuk memahami instruksi dalam bahasa alami serta menghasilkan respons yang relevan berdasarkan konteks yang diberikan oleh pengguna. Dengan kemampuan tersebut, Gemini dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi berbasis percakapan digital seperti chatbot dan sistem layanan informasi otomatis [GEM25].

Secara teknis, Gemini dibangun menggunakan arsitektur *Transformer* yang memungkinkan model memahami hubungan antar kata dalam suatu kalimat sehingga dapat menghasilkan respons yang koheren dan sesuai dengan konteks pertanyaan pengguna. Selain itu, Gemini juga dirancang sebagai model *multimodal* yang mampu memproses berbagai jenis data seperti teks, gambar, audio, dan video secara terintegrasi. Dalam implementasinya, Gemini tersedia dalam beberapa varian

model, yaitu Gemini Ultra, Gemini Pro, dan Gemini Nano, yang dikembangkan untuk menangani berbagai tingkat kompleksitas tugas dan kebutuhan komputasi yang berbeda [GEM25].

Pemilihan Gemini AI dalam penelitian ini didasarkan pada ketersediaan layanan API resmi yang didukung oleh infrastruktur Google serta kredibilitas Google sebagai perusahaan teknologi yang telah dikenal luas, sehingga memberikan tingkat kepercayaan yang tinggi terhadap kualitas dan keandalan model yang digunakan. Kemampuan Gemini AI dalam memahami konteks percakapan serta menghasilkan respons yang relevan menjadikannya sesuai untuk diterapkan sebagai chatbot pada sistem layanan informasi publik, di mana konten database website dimanfaatkan sebagai konteks dalam menghasilkan respons secara otomatis tanpa perlu pelatihan model secara khusus. Dari sisi pembiayaan, Gemini API menyediakan Free Tier yang memungkinkan penggunaan secara gratis. Meskipun demikian, Free Tier memiliki batasan jumlah permintaan per hari yang perlu diperhatikan apabila sistem dioperasikan secara penuh. Untuk itu, Gemini API juga menyediakan Paid Tier dengan harga yang terjangkau, sehingga sistem tetap dapat dikembangkan secara berkelanjutan sesuai dengan kebutuhan operasional di masa mendatang.

#### **2.1.13 Laravel Reverb**

Laravel Reverb merupakan teknologi yang menyediakan komunikasi *real-time* berbasis WebSocket dengan performa yang cepat dan dapat diskalakan langsung pada aplikasi Laravel. Teknologi ini juga terintegrasi secara mulus dengan fitur *event broadcasting* yang telah tersedia dalam ekosistem Laravel, sehingga memudahkan pengembang dalam mengelola komunikasi data secara langsung antara server dan pengguna aplikasi [LAR26].

#### **2.1.14 Black Box Testing**

*Black Box Testing*, yang juga dikenal sebagai *behavioural testing*, merupakan metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada perilaku sistem tanpa memperhatikan struktur atau kode internal program. Pengujian ini dilakukan dengan mengevaluasi kesesuaian antara input yang diberikan dengan output yang dihasilkan oleh sistem. Pendekatan ini digunakan untuk memastikan bahwa setiap fungsi dalam perangkat lunak berjalan sesuai dengan spesifikasi kebutuhan yang telah ditentukan dari sudut pandang pengguna. Selain itu, metode ini memiliki kelebihan karena penguji tidak perlu memiliki pengetahuan khusus mengenai bahasa pemrograman maupun detail implementasi sistem [PUT24].

#### **2.1.15 User Acceptance Testing**

*User Acceptance Testing* (UAT) merupakan tahapan pengujian perangkat lunak yang dilakukan untuk memvalidasi apakah sistem yang telah dibangun benar-benar sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna akhir sebelum sistem tersebut digunakan secara resmi. Pengujian

ini menjadi tolok ukur akhir dalam menilai kelayakan suatu sistem dari sudut pandang pengguna, bukan hanya dari sisi teknis pengembang. Dalam pelaksanaannya, UAT mengacu pada lima aspek penilaian utama, yaitu fungsionalitas sistem yang menilai apakah setiap fitur berjalan sebagaimana mestinya, kinerja sistem saat digunakan, pengalaman dan tampilan antarmuka yang menilai kenyamanan serta kemudahan pengguna dalam berinteraksi dengan sistem, efisiensi dan produktivitas yang mengukur sejauh mana sistem mampu mempermudah dan mempercepat pekerjaan pengguna, serta keamanan dan keandalan sistem [ALI24]

## 2.2 Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan daftar penelitian-penelitian terdahulu yang mendukung dan memiliki kemiripan dengan tugas akhir ini.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

| No | Peneliti                          | Judul Penelitian                                                                                             | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                             | Relevansi dengan proyek                                                                                                                                                                         |
|----|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | A. Alvin, R. Robet, F. A. Tarigan | Implementasi Chatbot Otomatis Akademik Berbasis Web Menggunakan LLM dan Rule-Based System                    | Penelitian ini menghasilkan chatbot akademik berbasis web yang mampu menjawab pertanyaan mahasiswa secara otomatis menggunakan kombinasi Large Language Model dan rule-based system untuk meningkatkan efisiensi layanan informasi akademik. | Relevan karena menggunakan pendekatan chatbot berbasis LLM pada sistem web yang serupa dengan penggunaan Gemini AI pada modul live chat dalam penelitian ini.                                   |
| 2  | S. A. Talaohu et al.              | Implementasi LLM Pada Chatbot PMB Universitas Muhammadiyah Sorong Menggunakan Retrieval-Augmented Generation | Sistem chatbot berbasis LLM mampu memberikan jawaban yang kontekstual terhadap pertanyaan pengguna dengan tingkat usability sebesar 88,5% sehingga meningkatkan kualitas layanan informasi bagi pengguna.                                    | Penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi LLM dapat digunakan untuk memberikan layanan informasi secara otomatis melalui chatbot, yang sejalan dengan penerapan Gemini AI pada penelitian ini. |
| 3  | E. Yuniar dan H. Purnomo          | Implementasi Chatbot "ALITTA" Asisten Virtual dari Balittas sebagai Pusat Informasi                          | Penelitian mengembangkan chatbot sebagai asisten virtual untuk memberikan informasi kepada pengguna secara otomatis sehingga meningkatkan efisiensi pelayanan informasi pada instansi terkait.                                               | Relevan karena memanfaatkan chatbot sebagai media penyampaian informasi digital pada suatu institusi, serupa dengan penerapan chatbot pada portal informasi Dinas PUPR.                         |



## BAB 3 SKEMA PENELITIAN

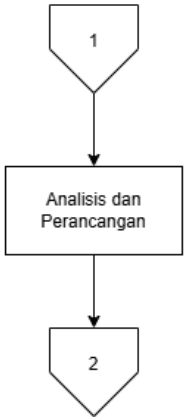
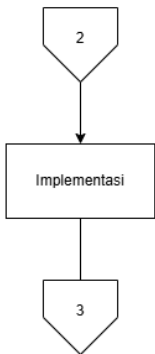
Bab ini berisi penjelasan alur penyelesaian tugas akhir, analisis persoalan dan manfaat tugas akhir, kerangka pemikiran teoritis, dan profil penelitian.

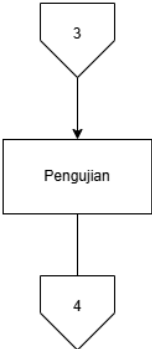
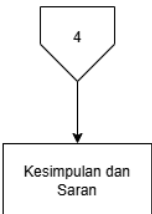
### 3.1 Alur Penyelesaian Tugas Akhir

Alur penyelesaian tugas akhir ini dilakukan berdasarkan diagram alur penyelesaian. Berikut ini merupakan alur penyelesaian tugas akhir:

Tabel 3. 1 Alur Penyelesaian Tugas Akhir

| Tahap dan Hasil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Langkah Penelitian                                                                                              | Literatur dan Referensi          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <p><b>Tahap 1:</b></p> <p>Tahap pendahuluan dilakukan untuk memahami kondisi komunikasi pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut yang belum menyediakan fitur komunikasi dua arah secara langsung. Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan, penentuan tujuan, batasan, dan lingkup penelitian, serta pengumpulan data awal melalui studi literatur dan wawancara..</p> <p><b>Hasil :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifikasi permasalahan komunikasi informasi pada Website Portal Informasi Dinas PUPR Kabupaten Garut</li> <li>- Rumusan tujuan penelitian untuk mengembangkan modul <i>live chat hybrid</i> berbasis chatbot Gemini AI</li> <li>- Penentuan batasan dan lingkup penelitian terkait pengembangan fitur komunikasi pada website</li> <li>- Pemahaman literatur terkait chatbot, <i>live chat hybrid</i>, artificial intelligence, dan layanan informasi berbasis web</li> <li>- Data hasil wawancara terkait kebutuhan komunikasi</li> </ul> <p><b>Kontribusi :</b></p> <p>Tahap ini menghasilkan pemahaman mengenai permasalahan dan kebutuhan sistem komunikasi melalui website. Hasil dari tahap ini digunakan sebagai dasar dalam proses analisis kebutuhan sistem pada pengembangan modul <i>live chat hybrid</i> yang terintegrasi dengan chatbot Gemini AI pada Website Portal Informasi</p> | <pre> graph TD     A[Identifikasi Masalah] --&gt; B[Studi Literatur &amp; Wawancara]     B --&gt; C{1}   </pre> | <p>[MUT24], [ANU25], [SUG17]</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                           |                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                           |                                             |
| <p><b>Tahap 2:</b><br/>Tahap ini dilakukan untuk menganalisis kebutuhan sistem dan merancang modul <i>live chat hybrid</i> berbasis chatbot Gemini AI. Pada tahap ini dilakukan identifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem. Selanjutnya dirancang arsitektur sistem, alur interaksi antar komponen, struktur database, serta desain antarmuka pengguna.</p> <p><b>Hasil :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Daftar kebutuhan pengguna sistem</li> <li>- Spesifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional</li> <li>- Rancangan arsitektur sistem</li> <li>- Rancangan alur interaksi pengguna, chatbot Gemini AI, dan admin</li> <li>- Perancangan struktur database</li> <li>- Desain antarmuka pengguna (UI) modul live chat</li> </ul> <p><b>Kontribusi :</b><br/>Menghasilkan spesifikasi kebutuhan dan rancangan sistem yang terstruktur sebagai dasar pengembangan <i>modul live chat hybrid</i>, serta memastikan aspek interaktivitas, keamanan data percakapan, dan mekanisme <i>handover</i> telah terakomodasi dengan baik dalam desain sistem.</p> |  <pre> graph TD     1{{1}} --&gt; A[Analisis dan Perancangan]     A --&gt; 2{{2}} </pre> | [ALV25], [PRE10], [LAR25], [HUY22], [ORA25] |
| <p><b>Tahap 3:</b><br/>Tahap ini dilakukan untuk mengimplementasikan modul <i>live chat hybrid</i> berdasarkan hasil perancangan yang telah dibuat. Implementasi mencakup pengembangan fitur live chat menggunakan framework Laravel, integrasi WebSocket melalui Laravel Reverb untuk komunikasi real-time, serta integrasi API Gemini AI.</p> <p><b>Hasil :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementasi modul <i>live chat hybrid</i> pada website berbasis Laravel</li> <li>- Integrasi WebSocket (Laravel Reverb) untuk komunikasi real-time</li> <li>- Integrasi API Gemini AI sebagai responden otomatis pertanyaan pengguna</li> <li>- Fitur <i>handover</i> percakapan dari chatbot kepada admin dinas</li> <li>- Antarmuka live chat untuk pengguna dan dashboard admin</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  <pre> graph TD     2{{2}} --&gt; I[Implementasi]     I --&gt; 3{{3}} </pre>           | [LAR25], [EKA24], [GEM25], [LAR26]          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                            |                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| <p><b>Kontribusi :</b></p> <p>Menghasilkan modul <i>live chat hybrid</i> yang fungsional dan siap diuji, dengan kemampuan merespons pertanyaan pengguna secara otomatis melalui chatbot Gemini AI serta mekanisme pengalihan percakapan kepada admin sesuai kebutuhan.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                            |                        |
| <p><b>Tahap 4:</b></p> <p>Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh fungsi modul <i>live chat hybrid</i> berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditetapkan serta diterima dengan baik oleh pengguna. Pengujian dilakukan menggunakan metode Black Box Testing yang berfokus pada pengujian fungsionalitas sistem, serta User Acceptance Testing untuk memvalidasi kelayakan sistem dari sudut pandang pengguna akhir, yaitu masyarakat dan admin Dinas PUPR Kabupaten Garut.</p> <p><b>Hasil :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dokumentasi test case pengujian modul <i>live chat hybrid</i></li> <li>- Hasil pengujian fitur <i>live chat</i>, respons chatbot Gemini AI, dan mekanisme <i>handover</i></li> <li>- Laporan hasil Black Box Testing</li> <li>- Laporan hasil User Acceptance Testing dari masyarakat dan admin Dinas PUPR Kabupaten Garut</li> </ul> <p><b>Kontribusi :</b></p> <p>Memvalidasi fungsionalitas modul <i>live chat hybrid</i> dan memastikan sistem berjalan sesuai kebutuhan yang telah ditentukan, meliputi fitur percakapan real-time, respons otomatis chatbot, dan mekanisme pengalihan percakapan kepada admin serta memvalidasi tingkat penerimaan sistem oleh pengguna akhir melalui User Acceptance Testing.</p> |  <pre> graph TD     3{{3}} --&gt; Pengujian[Pengujian]     Pengujian --&gt; 4{{4}} </pre> | <p>[PUT24] [ALI24]</p> |
| <p><b>Tahap 5:</b></p> <p>Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi, serta penyusunan saran yang dapat menjadi masukan bagi pengembangan dan penelitian selanjutnya.</p> <p><b>Hasil :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kesimpulan hasil pengembangan modul <i>live chat hybrid</i> dengan chatbot Gemini AI</li> <li>- Saran pengembangan fitur tambahan untuk penelitian selanjutnya</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  <pre> graph TD     4{{4}} --&gt; Kesimpulan[Kesimpulan dan Saran] </pre>               |                        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| <b>Kontribusi :</b><br>Memberikan kesimpulan mengenai pengembangan modul <i>live chat hybrid</i> pada Website Portal Informasi Dinas PUPR Kabupaten Garut serta saran untuk peningkatan dan pengembangan sistem di masa depan sebagai referensi penelitian berikutnya |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

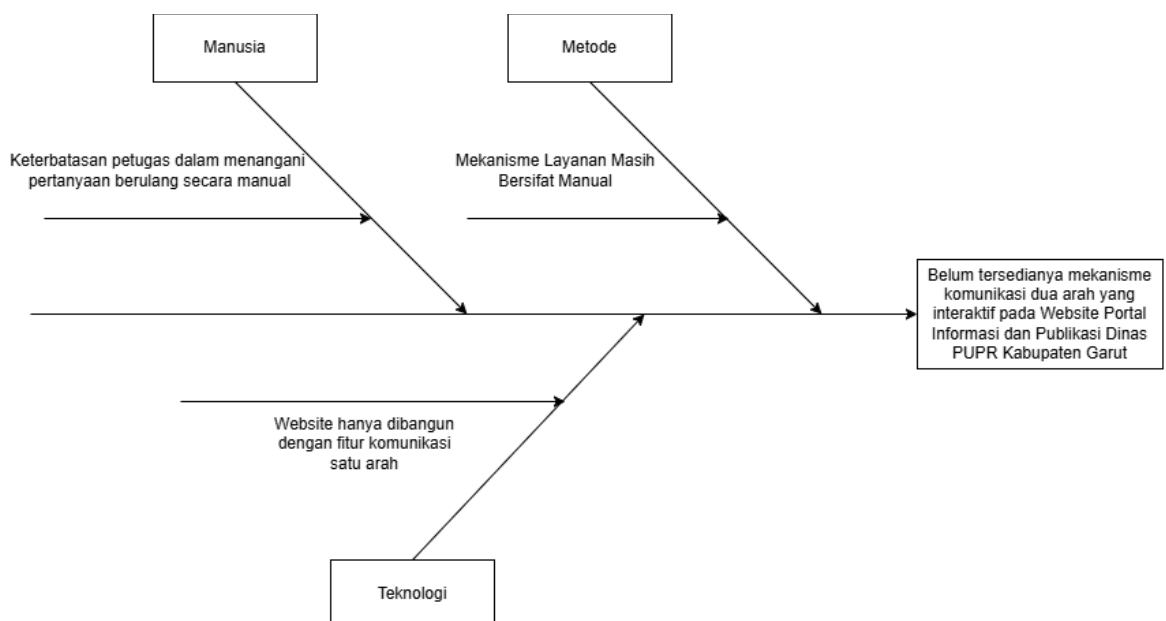
### 3.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan salah satu bagian dalam penulisan tugas akhir yang bertujuan untuk mengetahui permasalahan yang terdapat pada penelitian tugas akhir. Perumusan masalah ini terbagi menjadi dua kelompok, yaitu:

1. Identifikasi sebab dan akibat dari suatu permasalahan serta faktor penyebabnya
2. Solusi yang memungkinkan terkait dengan penyebab masalah yang telah dipetakan pada bagian pertama. Penyampaian pada bagian ini dijelaskan dengan menggunakan diagram fishbone.

#### 3.2.1 Analisis Masalah

Analisis terhadap faktor-faktor yang menyebabkan permasalahan dalam sistem menjadi fokus utama dalam tahap ini.



Gambar 3. 1 Fishbone Analisis Masalah

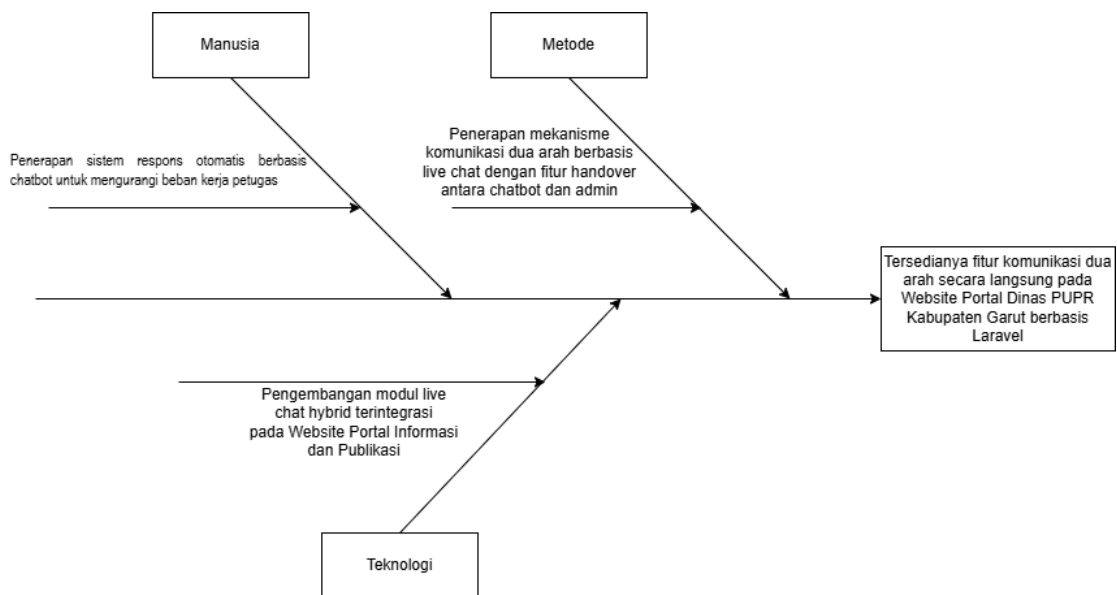
Tabel 3. 2 Analisis Masalah

| Aspek | Penyebab | Deskripsi Masalah |
|-------|----------|-------------------|
|-------|----------|-------------------|

|           |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Manusia   | Keterbatasan petugas dalam menangani pertanyaan berulang secara manual | Jumlah petugas yang tersedia untuk melayani pertanyaan masyarakat sangat terbatas, sehingga pelayanan menjadi kurang optimal terutama ketika jumlah pertanyaan yang masuk meningkat dan tidak semua pertanyaan dapat ditangani secara tepat waktu. Sebagian besar pertanyaan yang diajukan masyarakat bersifat berulang, terutama berkaitan dengan persyaratan, prosedur, dan informasi dasar layanan, sehingga petugas harus memberikan jawaban yang sama secara manual berulang kali. |
| Metode    | Mekanisme Layanan Masih Bersifat Manual                                | Pelayanan informasi kepada masyarakat masih dilakukan secara langsung di kantor maupun melalui WhatsApp hotline dinas. Mekanisme ini memiliki keterbatasan karena respons sangat bergantung pada ketersediaan petugas, sehingga jawaban baru dapat diberikan setelah beberapa jam bahkan hingga keesokan harinya.                                                                                                                                                                       |
| Teknologi | Website hanya dibangun dengan fitur komunikasi satu arah               | Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut hanya menyediakan formulir kontak dan pengaduan yang dikirimkan melalui email, sehingga interaksi antara masyarakat dan instansi belum dapat berlangsung secara langsung dalam satu kanal percakapan                                                                                                                                                                                                                  |

### 3.2.2 Solusi Masalah

Permasalahan yang telah diidentifikasi perlu disertai dengan solusi yang mampu mengatasi setiap aspek permasalahan secara tepat. Setiap solusi yang dirumuskan saling berkaitan untuk memberikan jawaban yang komprehensif terhadap permasalahan yang ada. Adapun solusi yang diusulkan adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 2 Fishbone Analisis Solusi

Tabel 3. 3 Analisis Solusi

| Aspek   | Solusi                                                                                  | Deskripsi Solusi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Manusia | Penerapan sistem respons otomatis berbasis chatbot untuk mengurangi beban kerja petugas | Dikembangkan chatbot berbasis Gemini AI yang diintegrasikan pada modul live chat untuk menangani pertanyaan yang bersifat berulang dan berkaitan dengan informasi dasar layanan. Dengan adanya sistem ini, petugas tidak perlu lagi memberikan jawaban yang sama secara manual, sehingga beban kerja dapat berkurang dan petugas dapat lebih difokuskan pada penanganan pertanyaan yang memerlukan penjelasan lebih lanjut. |
| Metode  | Penerapan mekanisme komunikasi dua arah berbasis live chat dengan fitur                 | Dikembangkan mekanisme komunikasi dua arah dalam satu kanal percakapan melalui modul live chat pada website. Sistem ini dilengkapi dengan fitur <i>handover</i> yang memungkinkan percakapan dialihkan dari chatbot kepada admin ketika pertanyaan tidak dapat ditangani secara otomatis. Dengan demikian, proses                                                                                                           |

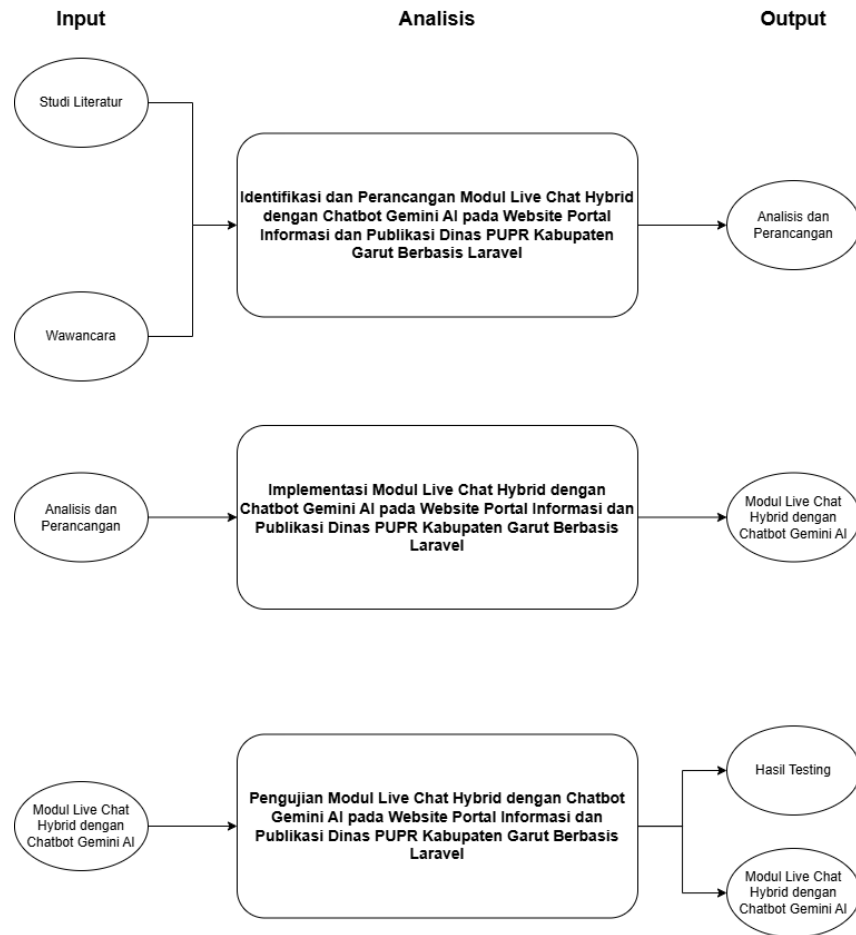
|           |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | <i>handover</i> antara chatbot dan admin                                                            | komunikasi tidak lagi sepenuhnya bergantung pada mekanisme manual seperti WhatsApp atau layanan tatap muka, tetapi dapat dilakukan secara terintegrasi melalui website.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Teknologi | Pengembangan modul <i>live chat hybrid</i> terintegrasi pada Website Portal Informasi dan Publikasi | Dilakukan pengembangan modul <i>live chat hybrid</i> yang diintegrasikan langsung pada website berbasis Laravel yang telah dibangun sebelumnya. Modul ini memanfaatkan teknologi WebSocket untuk mendukung komunikasi secara real-time, serta integrasi API Gemini AI untuk menghasilkan respons otomatis berdasarkan konteks informasi yang tersedia pada sistem. Dengan adanya modul ini, website tidak hanya berfungsi sebagai media penyampaian informasi, tetapi juga sebagai sarana interaksi dua arah dalam satu platform yang sama. |

### 3.3 Skema Analisis

Skema analisis merupakan representasi alur proses analisis yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir. Skema analisis ini menunjukkan input yang diperlukan untuk kebutuhan analisis dan serta hasil yang diperoleh atau output . Dalam skema analisis tersebut terdapat tiga komponen utama yaitu :

1. **Input**, yaitu bagian yang menjelaskan data atau informasi yang digunakan sebagai landasan dan referensi dalam proses analisis.
2. **Analisis**, yaitu tahapan yang berisi proses pengolahan, pengkajian, dan penelaahan data untuk memperoleh gambaran kondisi aktual dari objek penelitian.
3. **Output**, yaitu bagian yang menjelaskan hasil atau keluaran yang dihasilkan setelah seluruh proses selesai dilakukan.

Adapun gambar berikut menunjukkan skema analisis dari penelitian tugas akhir yang dilakukan:



Gambar 3. 3 Skema Analisis

Selanjutnya akan dijelaskan mengenai skema analisis. Penjelasan mengenai Skema Analisis

Tabel 3. 4 Skema Analisis

| Langkah Analisis                                                                                                                                                            | Objek Analisis                                         | Hasil Analisis                                         | Maksud Analisis                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Identifikasi dan Perancangan Modul <i>Live Chat Hybrid</i> dengan Chatbot Gemini AI pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut Berbasis Laravel | Studi Literatur                                        | Analisis dan Perancangan                               | Merancang modul <i>live chat hybrid</i> yang sesuai dengan kebutuhan pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut |
|                                                                                                                                                                             | Wawancara                                              |                                                        |                                                                                                                                             |
| Implementasi Modul <i>Live Chat Hybrid</i> dengan Chatbot Gemini AI pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut Berbasis Laravel                 | Analisis dan Perancangan                               | <i>Modul Live Chat Hybrid dengan Chatbot Gemini AI</i> | Membangun modul <i>live chat hybrid</i> sesuai dengan spesifikasi kebutuhan yang telah ditentukan.                                          |
| Pengujian Modul <i>Live Chat Hybrid</i> dengan Chatbot Gemini AI pada Website Portal                                                                                        | Modul <i>Live Chat Hybrid</i> dengan Chatbot Gemini AI | Hasil Testing                                          | Memvalidasi fungsionalitas modul <i>live chat hybrid</i> dan                                                                                |

|                                                                        |  |  |                                                 |
|------------------------------------------------------------------------|--|--|-------------------------------------------------|
| Informasi dan Publikasi Dinas PUPR<br>Kabupaten Garut Berbasis Laravel |  |  | memastikan sistem berjalan sesuai<br>kebutuhan. |
|------------------------------------------------------------------------|--|--|-------------------------------------------------|

### 3.4 Gambaran Produk Tugas Akhir

Tugas akhir ini membahas pengembangan modul *live chat hybrid* berbasis chatbot Gemini AI yang diintegrasikan pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Garut yang dibangun menggunakan framework Laravel. Chatbot yang dikembangkan pada modul ini diberi nama "**SAPA PUPR Garut**" (Sistem Asisten Pelayanan dan Aspirasi PUPR Garut), yang berfungsi sebagai identitas percakapan otomatis yang berinteraksi langsung dengan masyarakat. Modul ini dikembangkan untuk menyediakan sarana komunikasi dua arah secara langsung antara masyarakat dan instansi melalui website sehingga pengguna dapat memperoleh informasi secara interaktif. Sistem ini memungkinkan pengguna mengajukan pertanyaan terkait layanan maupun informasi, kemudian pertanyaan tersebut akan ditangani oleh chatbot **SAPA PUPR Garut** berbasis Gemini AI untuk menjawab pertanyaan secara otomatis, serta menyediakan mekanisme pengalihan percakapan kepada admin apabila diperlukan penanganan lebih lanjut. Dengan adanya modul ini, diharapkan proses penyampaian informasi dan interaksi antara masyarakat dan instansi dapat berlangsung secara dua arah melalui platform website.

### 3.5 Profil Tempat Penelitian



Gambar 3. 4 Logo Dinas PUPR Kabupaten Garut

Penelitian ini dilaksanakan di Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Garut. Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Garut merupakan instansi pemerintah daerah yang bertugas di bidang: Pengelolaan Sistem Irigasi Pertanian, Pengelolaan dan Pembangunan di Kawasan Sub Daerah Aliran Sungai (DAS), Pengembangan dan Pembangunan Embung, Situ, Danau dan Bangunan Penampung Air Lainnya, Pengelolaan dan Pembangunan Kawasan Muara dan Pantai, Pengelolaan Sistem Drainase atau Saluran Pengaliran Penggelontoran Limbah Domestik, Industri, dan Kawasan Perkotaan, Pembangunan Kanal Banjir, Pembangunan Pembangkit Tenaga Listrik, Pengelolaan Usaha Pertambangan, Peningkatan Aparatur Pemerintah dan Kelembagaan di Bidang Energi dan Sumber Daya Mineral, Pengelolaan Sistem Informasi Pertambangan, Pengelolaan Potensi Energi Panas Bumi dan Bagi Hasil Panas Bumi, Pembangunan Listrik Perdesaan, dan Penataan Ruang Wilayah.

Adapun lokasi dari perusahaan ini, yang merupakan tempat kerja praktik peneliti terletak di Jl. Raya Samarang No.117, Sukagalih, Kec. Tarogong Kidul, Kabupaten Garut, Jawa Barat.

### **3.5.1 Visi dan Misi**

#### **Visi**

Terwujudnya Infrastruktur Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang yang Berkualitas dalam Mendukung Kabupaten Garut Bermartabat, Nyaman dan Sejahtera.

#### **Misi**

1. Meningkatkan kualitas aparatur sipil negara yang profesional dan beretika.
2. Meningkatkan tata kelola organisasi dalam perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan yang terpadu dan tepat.
3. Mewujudkan infrastruktur jalan, permukiman, sumber daya air, bangunan, yang berkualitas dan memadai dengan berbasis penataan ruang.
4. Meningkatkan kualitas dan kuantitas sarana Penunjang sumber daya manusia dan infrastruktur.



## **BAB 4**

### **ANALISIS DAN PERANCANGAN**

Bab analisis dan perancangan ini menjelaskan proses awal awal pengembangan Modul Live Chat Hybrid dengan integrasi Chatbot Gemini AI pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut yang terdiri dari tahap analisis dan perancangan. Proses analisis terdiri dari pengumpulan data, analisis sistem yang sedang berjalan, analisis kebutuhan pengguna, analisis aktor bisnis, business use case diagram, analisis kebutuhan fungsional, analisis kebutuhan non-fungsional, dan identifikasi use case. Sedangkan proses perancangan perangkat lunak terdiri dari perancangan data, perancangan antarmuka, dan perancangan arsitektur sistem.

#### **4.1 Analisis Perangkat Lunak**

Analisis perangkat lunak bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mendefinisikan seluruh kebutuhan sistem pada modul live chat hybrid dengan integrasi Chatbot Gemini AI yang dikembangkan pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut berbasis Laravel secara terstruktur. Kebutuhan sistem tersebut diperoleh melalui proses pengumpulan data yang dilakukan menggunakan metode studi literatur dan wawancara.

##### **4.1.1 Pengumpulan Data**

Proses pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan melalui beberapa pendekatan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam pengembangan modul live chat hybrid dengan integrasi Chatbot Gemini AI pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut.

##### **a. Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan dengan mengkaji berbagai sumber referensi yang relevan, seperti jurnal ilmiah, buku, dokumentasi teknis, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian. Literatur yang dipelajari meliputi konsep layanan informasi publik berbasis digital, teknologi chatbot berbasis Artificial Intelligence (AI), implementasi Google Gemini AI, pengembangan aplikasi web menggunakan framework Laravel, arsitektur Model-View-Controller (MVC), serta konsep live chat sebagai media komunikasi interaktif antara pengguna dan instansi.

##### **b. Wawancara**

Wawancara dilakukan dengan pihak Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Garut yang terlibat dalam pengelolaan Website Portal Informasi dan Publikasi. Wawancara bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai mekanisme layanan informasi yang

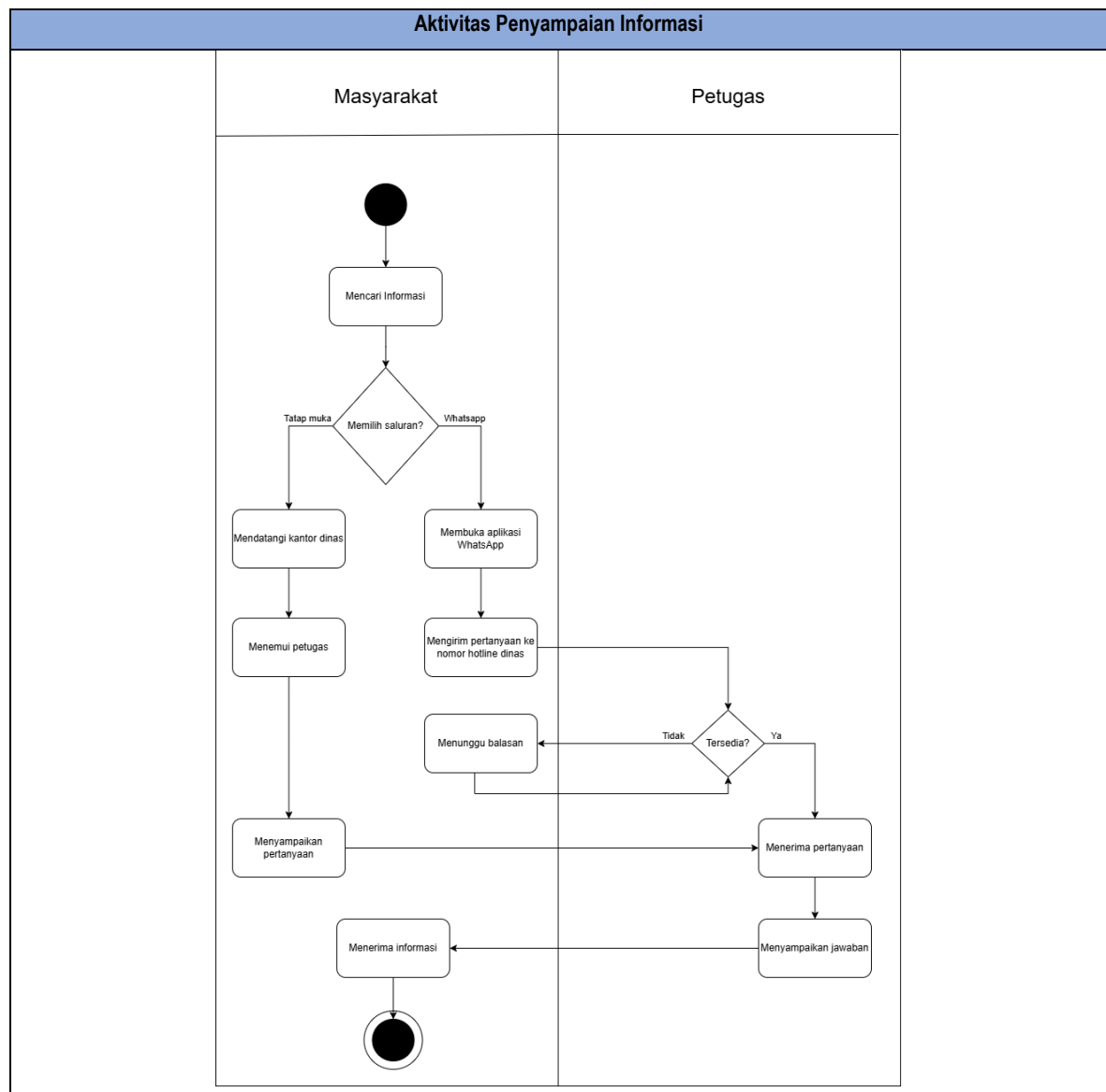
berjalan saat ini, kendala yang dihadapi dalam proses komunikasi dengan masyarakat, serta kebutuhan sistem yang diperlukan untuk mendukung komunikasi dua arah melalui modul live chat hybrid.

Data yang diperoleh dari hasil studi literatur dan wawancara digunakan sebagai dasar dalam mengidentifikasi kebutuhan sistem, menyusun kebutuhan fungsional dan nonfungsional, serta merancang modul live chat hybrid yang mampu mengintegrasikan chatbot Gemini AI dengan mekanisme handover kepada admin dalam satu kanal percakapan yang berkelanjutan.

#### 4.1.2 Analisis Sistem yang Sedang Berjalan

Analisis sistem yang sedang berjalan memperlihatkan aktivitas sistem yang diterapkan saat ini berikut hasil wawancara yang telah dilakukan untuk mengamati aktivitas-aktivitas yang terjadi.

Tabel 4. 1 Diagram Sistem Berjalan

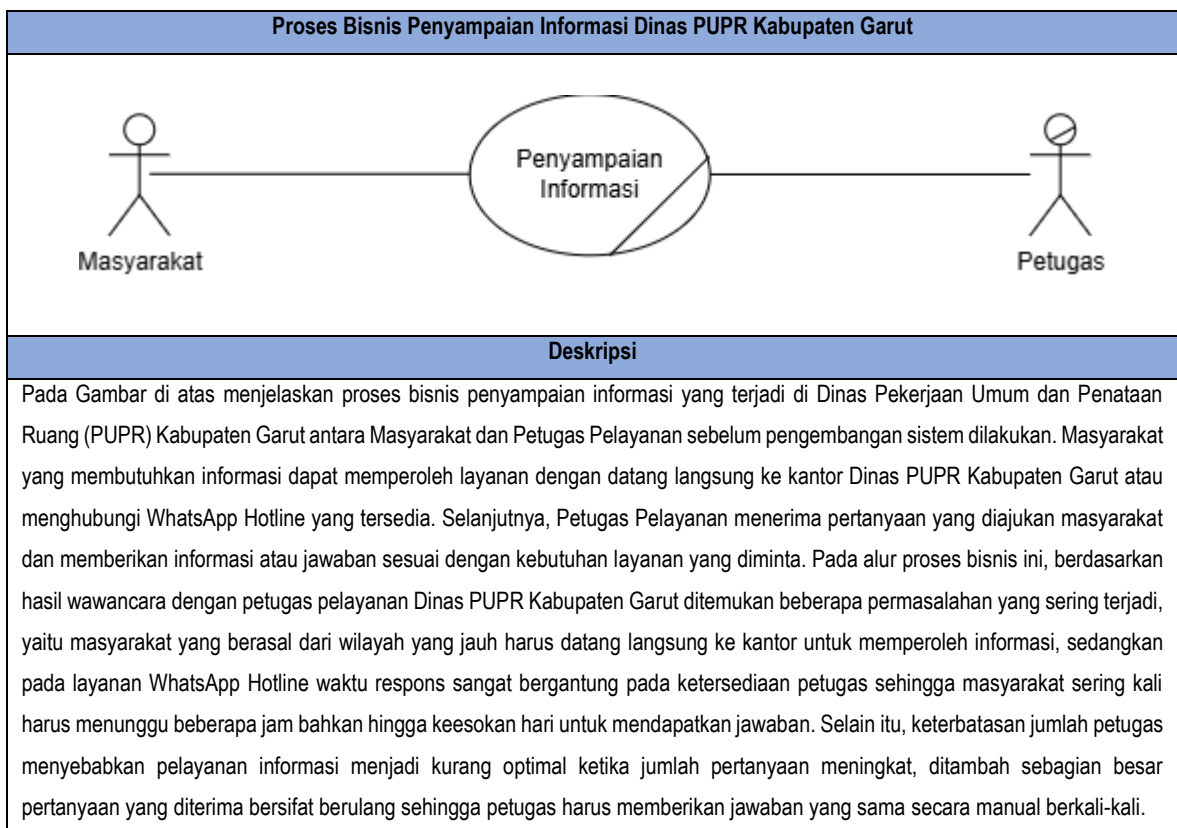


| Deskripsi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Pada Gambar diatas menjelaskan alur pelayanan informasi yang terjadi di Dinas PUPR Kabupaten Garut antara masyarakat dengan petugas pelayanan melalui dua saluran komunikasi yang tersedia. Masyarakat yang mencari informasi dapat memilih untuk datang langsung secara tatap muka ke kantor Dinas PUPR dengan mendatangi kantor dinas dan menemui petugas secara langsung, atau menghubungi petugas melalui WhatsApp hotline dinas dengan membuka aplikasi WhatsApp dan mengirim pertanyaan ke nomor hotline dinas. Berdasarkan hasil wawancara, masalah yang sering terjadi pada alur ini adalah masyarakat yang berasal dari wilayah jauh seperti Garut Selatan maupun yang sedang berada di luar kota harus menempuh jarak yang cukup jauh apabila memilih datang langsung ke kantor. Sedangkan bagi masyarakat yang menghubungi melalui WhatsApp hotline, respons sangat bergantung pada ketersediaan petugas sehingga masyarakat harus menunggu dan jawaban baru dapat diberikan setelah beberapa jam bahkan hingga keesokan harinya. Selain itu, keterbatasan jumlah petugas menyebabkan pelayanan menjadi kurang optimal terutama ketika jumlah pertanyaan yang masuk meningkat, ditambah sebagian besar pertanyaan yang diterima bersifat berulang sehingga petugas harus memberikan jawaban yang sama secara manual berkali-kali.</p> |

#### 4.1.3 Business Use Case Diagram

Business Use case merupakan model yang menggambarkan proses bisnis dari sebuah organisasi dan interaksi proses tersebut dengan pihak luar. Proses bisnis ini merupakan sekumpulan aktivitas yang dirancang untuk menghasilkan output tertentu bagi pelanggan. Berikut merupakan penggambaran business use case pada Dinas PUPR Kabupaten Garut.

Tabel 4. 2 Business Use Case Diagram



#### 4.1.4 Deskripsi Business Use Case

Business use case pada gambar dapat dijelaskan lebih detail. Penjelasan business use case dapat dilihat pada tabel deskripsi business use case.

Tabel 4. 3 Deskripsi Business Use Case

| Nomor Business Use Case | Nama Business Use Case | Deskripsi                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BUC - 01                | Penyampaian Informasi  | BUC - 01 adalah kegiatan penyampaian informasi layanan Dinas PUPR Kabupaten Garut kepada masyarakat yang dilakukan secara konvensional, yaitu melalui kunjungan langsung ke kantor atau melalui WhatsApp hotline dinas, yang sangat bergantung pada ketersediaan petugas pelayanan. |

#### 4.1.5 Deskripsi Business Actor

Business use case pada gambar dapat dijelaskan lebih detail. Penjelasan business Actor dapat dilihat pada tabel deskripsi business use case.

Tabel 4. 4 Deskripsi Business Actor

| Nomor Business Actor | Nama Business Actor | Deskripsi                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BA - 01              | Masyarakat          | BA - 01 adalah pihak eksternal Dinas PUPR Kabupaten Garut yang membutuhkan informasi terkait layanan dinas dan memicu terjadinya proses bisnis penyampaian informasi, baik dengan datang langsung ke kantor maupun melalui WhatsApp hotline dinas. |

#### 4.1.6 Deskripsi Worker Actor

Business use case pada gambar dapat dijelaskan lebih detail. Penjelasan business Actor dapat dilihat pada tabel deskripsi business use case.

Tabel 4. 5 Deskripsi Worker Actor

| Nomor Business Worker | Nama Business Worker | Deskripsi                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BW- 01                | Petugas              | BW - 01 adalah pihak internal Dinas PUPR Kabupaten Garut yang bertugas melayani masyarakat secara langsung di kantor maupun melalui WhatsApp hotline dinas, memberikan jawaban atas pertanyaan yang diajukan masyarakat |

|  |  |                                                          |
|--|--|----------------------------------------------------------|
|  |  | terkait informasi dan layanan dinas secara konvensional. |
|--|--|----------------------------------------------------------|

#### 4.1.7 Analisis Kebutuhan Pengguna

Analisis Kebutuhan Pengguna Analisis kebutuhan pengguna dilakukan untuk menentukan fitur dan fungsionalitas yang dibutuhkan pengguna dari sistem yang akan dibangun. Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendokumentasikan kebutuhan pengguna yang nantinya akan menjadi dasar pengembangan sistem. Rincian kebutuhan pengguna tersebut dipaparkan dalam tabel berikut:

Tabel 4. 6 Analisis Kebutuhan Pengguna

| Kode  | User Requirement                                                                                                                                           |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| UR-01 | Masyarakat ingin dapat mengirimkan pertanyaan melalui fitur live chat pada website tanpa harus datang langsung ke kantor atau menghubungi WhatsApp hotline |
| UR-02 | Masyarakat ingin mendapatkan jawaban otomatis dengan cepat dari chatbot terhadap pertanyaan umum yang diajukan                                             |
| UR-03 | Masyarakat ingin pertanyaan yang tidak dapat dijawab oleh chatbot dapat dialihkan kepada admin agar tetap dapat ditangani dengan baik                      |
| UR-04 | Masyarakat ingin dapat melanjutkan percakapan dalam satu kanal yang sama meskipun terjadi peralihan dari chatbot ke admin                                  |
| UR-05 | Admin ingin menerima notifikasi ketika terjadi handover percakapan dari chatbot agar dapat segera menindaklanjuti pertanyaan masyarakat                    |
| UR-06 | Admin ingin dapat memantau seluruh percakapan yang masuk melalui dashboard pengelolaan percakapan                                                          |
| UR-07 | Admin ingin dapat membalas pesan masyarakat secara langsung melalui sistem setelah menerima handover dari chatbot                                          |
| UR-08 | Admin ingin dapat mengakhiri sesi percakapan setelah pertanyaan masyarakat selesai ditangani                                                               |

#### 4.1.8 Analisis Kebutuhan Fungsional

Analisis kebutuhan fungsional dilakukan untuk menentukan fungsi-fungsi spesifik yang harus dimiliki oleh sistem. Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendefinisikan fitur-fitur sistem yang akan dikembangkan berdasarkan kebutuhan pengguna yang telah dianalisis sebelumnya. Detail kebutuhan fungsional tersebut disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4. 7 Analisis Kebutuhan Fungsional

| Kode  | User Requirement                                                                                                                                           | Kode  | Software Requirement                                                                                                                                                       |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| UR-01 | Masyarakat ingin dapat mengirimkan pertanyaan melalui fitur live chat pada website tanpa harus datang langsung ke kantor atau menghubungi WhatsApp hotline | SR-01 | Perangkat lunak harus dapat menampilkan widget live chat yang dapat diakses oleh masyarakat pada halaman website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut |
|       |                                                                                                                                                            | SR-02 | Perangkat lunak harus dapat memungkinkan masyarakat mengirimkan pesan pertanyaan melalui antarmuka live chat tanpa perlu melakukan registrasi akun                         |

|       |                                                                                                                                         |       |                                                                                                                                                                                                  |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| UR-02 | Masyarakat ingin mendapatkan jawaban otomatis dengan cepat dari chatbot terhadap pertanyaan umum yang diajukan                          | SR-03 | Perangkat lunak harus dapat meneruskan pesan pertanyaan masyarakat ke Chatbot Gemini AI untuk diproses dan menghasilkan respons otomatis berdasarkan konteks informasi yang tersedia pada sistem |
|       |                                                                                                                                         | SR-04 | Perangkat lunak harus dapat menampilkan respons chatbot kepada masyarakat dalam satu kanal percakapan secara real-time                                                                           |
| UR-03 | Masyarakat ingin pertanyaan yang tidak dapat dijawab oleh chatbot dapat dialihkan kepada admin agar tetap dapat ditangani dengan baik   | SR-05 | Perangkat lunak harus dapat menyediakan mekanisme handover yang memungkinkan percakapan dialihkan dari chatbot kepada admin ketika pertanyaan memerlukan penanganan lebih lanjut                 |
|       |                                                                                                                                         | SR-06 | Perangkat lunak harus dapat mendeteksi permintaan handover baik secara otomatis maupun berdasarkan permintaan masyarakat                                                                         |
| UR-04 | Masyarakat ingin dapat melanjutkan percakapan dalam satu kanal yang sama meskipun terjadi peralihan dari chatbot ke admin               | SR-07 | Perangkat lunak harus dapat mempertahankan riwayat percakapan dalam satu kanal yang sama selama proses handover berlangsung sehingga masyarakat tidak perlu mengulang pertanyaan                 |
| UR-05 | Admin ingin menerima notifikasi ketika terjadi handover percakapan dari chatbot agar dapat segera menindaklanjuti pertanyaan masyarakat | SR-08 | Perangkat lunak harus dapat mengirimkan notifikasi kepada admin ketika terjadi handover percakapan dari chatbot                                                                                  |
|       |                                                                                                                                         | SR-09 | Perangkat lunak harus dapat menampilkan indikator status percakapan pada dashboard admin untuk membedakan percakapan yang ditangani chatbot dan yang memerlukan intervensi admin                 |
| UR-06 | Admin ingin dapat memantau seluruh percakapan yang masuk melalui dashboard pengelolaan percakapan                                       | SR-10 | Perangkat lunak harus dapat menyediakan dashboard pengelolaan percakapan bagi admin yang menampilkan seluruh sesi percakapan yang sedang aktif maupun yang telah selesai                         |
|       |                                                                                                                                         | SR-11 | Perangkat lunak harus dapat memungkinkan admin memfilter dan mencari percakapan berdasarkan status maupun waktu                                                                                  |
| UR-07 | Admin ingin dapat membalas pesan masyarakat secara langsung melalui sistem setelah menerima handover dari chatbot                       | SR-12 | Perangkat lunak harus dapat memungkinkan admin membalas pesan masyarakat secara langsung melalui dashboard setelah menerima handover dari chatbot                                                |
|       |                                                                                                                                         | SR-13 | Perangkat lunak harus dapat menampilkan pesan balasan admin kepada masyarakat secara real-time dalam kanal percakapan yang sama                                                                  |
| UR-08 | Admin ingin dapat mengakhiri sesi percakapan setelah pertanyaan masyarakat selesai ditangani                                            | SR-14 | Perangkat lunak harus dapat memungkinkan admin mengakhiri sesi percakapan setelah pertanyaan masyarakat selesai ditangani                                                                        |

|  |  |       |                                                                                                                         |
|--|--|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | SR-15 | Perangkat lunak harus dapat menyimpan riwayat percakapan yang telah selesai ke dalam sistem sebagai rekam jejak layanan |
|--|--|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4.1.9 Analisis Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan non-fungsional mendefinisikan batasan dan standar kualitas yang harus dipenuhi sistem dalam beroperasi. Kebutuhan ini tidak berhubungan langsung dengan fungsi-fungsi spesifik, melainkan mengatur cara sistem harus beroperasi dan teknologi yang digunakan.

Tabel 4. 8 Analisis Kebutuhan Non Fungsional

| Kode   | Kategori              | Deskripsi                                                                                                                                                                                                                         |
|--------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NFR-01 | Technology Constraint | Sistem dibangun menggunakan framework Laravel dengan basis data MySQL, mengintegrasikan Gemini AI API sebagai mesin chatbot, serta memanfaatkan Laravel Reverb dan WebSocket untuk komunikasi real-time antar pengguna dan admin  |
| NFR-02 | Availability          | Sistem harus dapat diakses oleh masyarakat kapan saja melalui website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut selama server dalam kondisi aktif                                                                 |
| NFR-03 | Usability             | Antarmuka live chat harus sederhana dan mudah digunakan oleh masyarakat umum tanpa memerlukan pengetahuan teknis khusus, serta dapat diakses melalui berbagai perangkat baik desktop maupun mobile                                |
| NFR-04 | Security              | Sistem harus menerapkan autentikasi berbasis akun untuk admin guna membatasi akses pengelolaan percakapan hanya kepada pihak yang berwenang di Dinas PUPR Kabupaten Garut                                                         |
| NFR-05 | Performance           | Sistem harus mampu menampilkan respons chatbot kepada masyarakat dalam waktu singkat agar tidak menimbulkan kesan lambat dalam layanan informasi, serta mendukung komunikasi real-time yang responsif antara masyarakat dan admin |
| NFR-06 | Reliability           | Sistem harus memastikan mekanisme handover berjalan secara konsisten sehingga tidak ada percakapan yang terputus atau tidak tertangani ketika terjadi peralihan dari chatbot kepada admin                                         |

#### 4.1.10 Identifikasi Use Case

Identifikasi use case dilakukan untuk menentukan interaksi-interaksi yang terjadi antara pengguna dengan sistem. Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendokumentasikan semua fungsi yang dapat dilakukan oleh aktor dalam sistem berdasarkan kebutuhan fungsional yang telah dianalisis. Rincian identifikasi use case tersebut disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4. 9 Identifikasi Use Case

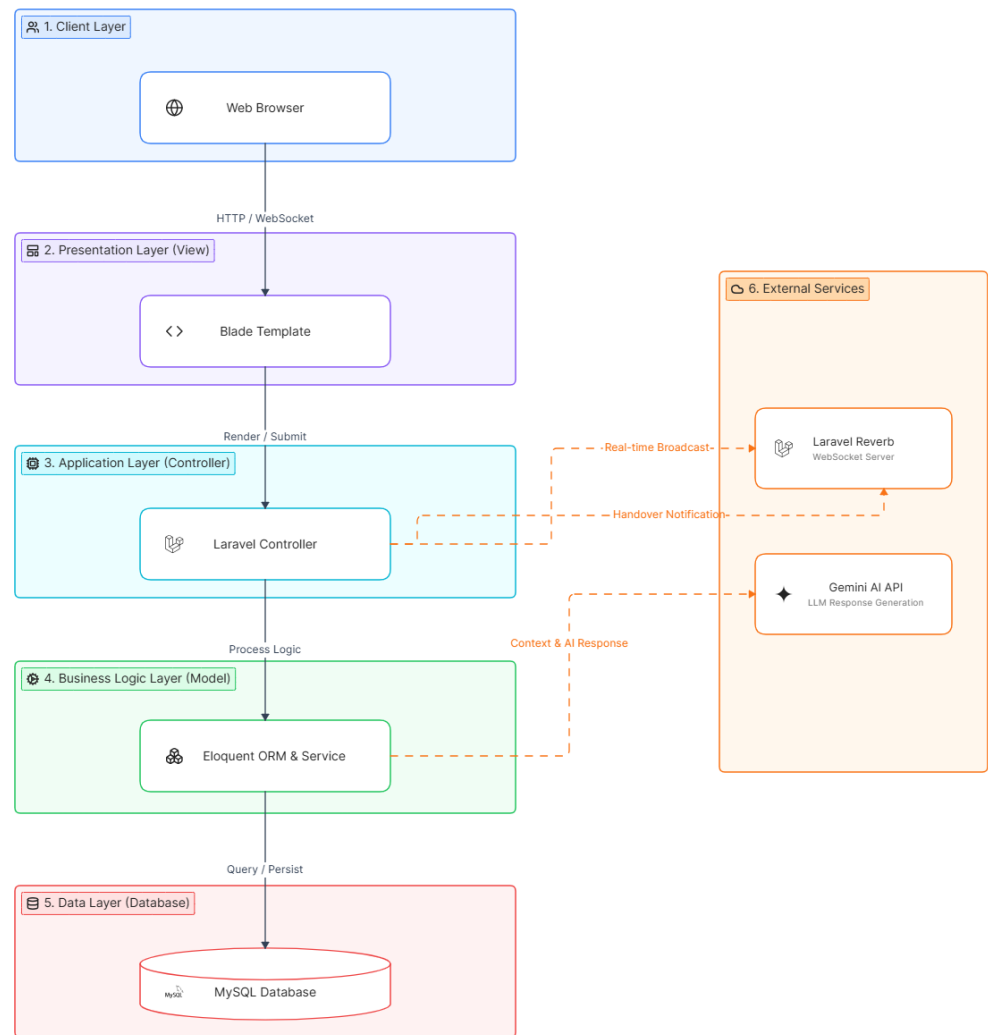
| Kode SR | Software Requirement                                                                             | Kode UC | Nama Use Case                         | Aktor      |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------------|------------|
| SR-01   | Perangkat lunak harus dapat menampilkan widget live chat yang dapat diakses pada halaman website | UC-01   | Mengirim Pertanyaan melalui Live Chat | Masyarakat |

|       |                                                                                                                                                   |       |                            |                   |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------|-------------------|
| SR-02 | Perangkat lunak harus dapat memungkinkan masyarakat mengirimkan pesan pertanyaan melalui antarmuka live chat tanpa perlu registrasi akun          |       |                            |                   |
| SR-03 | Perangkat lunak harus dapat meneruskan pesan pertanyaan masyarakat ke Chatbot Gemini AI untuk diproses dan menghasilkan respons otomatis          | UC-02 | Menerima Jawaban Chatbot   | Masyarakat        |
| SR-04 | Perangkat lunak harus dapat menampilkan respons chatbot kepada masyarakat dalam satu kanal percakapan secara real-time                            |       |                            |                   |
| SR-05 | Perangkat lunak harus dapat menyediakan mekanisme handover yang memungkinkan percakapan dialihkan dari chatbot kepada admin                       | UC-03 | Mengalihkan Percakapan     | Masyarakat, Admin |
| SR-06 | Perangkat lunak harus dapat mendeteksi permintaan handover baik secara otomatis maupun berdasarkan permintaan masyarakat                          |       |                            |                   |
| SR-07 | Perangkat lunak harus dapat mempertahankan riwayat percakapan dalam satu kanal yang sama selama proses handover berlangsung                       |       |                            |                   |
| SR-08 | Perangkat lunak harus dapat mengirimkan notifikasi kepada admin ketika terjadi handover percakapan dari chatbot                                   | UC-04 | Mengelola Percakapan       | Admin             |
| SR-09 | Perangkat lunak harus dapat menampilkan indikator status percakapan pada dashboard admin                                                          |       |                            |                   |
| SR-10 | Perangkat lunak harus dapat menyediakan dashboard pengelolaan percakapan bagi admin yang menampilkan seluruh sesi percakapan aktif maupun selesai |       |                            |                   |
| SR-11 | Perangkat lunak harus dapat memungkinkan admin memfilter dan mencari percakapan berdasarkan status maupun waktu                                   |       |                            |                   |
| SR-12 | Perangkat lunak harus dapat memungkinkan admin membalas pesan masyarakat secara langsung melalui dashboard setelah menerima handover              | UC-05 | Membalas Pesan             | Admin             |
| SR-13 | Perangkat lunak harus dapat menampilkan pesan balasan admin kepada masyarakat secara real-time dalam kanal percakapan yang sama                   |       |                            |                   |
| SR-14 | Perangkat lunak harus dapat memungkinkan admin mengakhiri sesi percakapan setelah pertanyaan masyarakat selesai ditangani                         | UC-06 | Mengakhiri Sesi Percakapan | Admin             |
| SR-15 | Perangkat lunak harus dapat menyimpan riwayat percakapan yang telah selesai ke dalam sistem sebagai rekam jejak layanan                           |       |                            |                   |

## 4.2 Perancangan Perangkat Lunak

### 4.2.1 Gambaran Umum Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem live chat hybrid dibangun dalam struktur berlapis (layered architecture) yang mengikuti pola MVC Laravel. Setiap lapisan memiliki tanggung jawab yang terdefinisi dengan jelas dan hanya berkomunikasi dengan lapisan yang bersebelahan dengannya. Berikut adalah gambaran visual lapisan arsitektur sistem live chat hybrid.



Gambar 4. 1 Gambaran Arsitektur Sistem

Gambar 4.1 menggambarkan alur komunikasi antar lapisan pada sistem Live Chat Hybrid. Setiap permintaan dari pengguna memasuki sistem melalui Client Layer, kemudian diproses secara berurutan melalui Presentation Layer, Application Layer, Business Logic Layer, hingga Data Layer. Respons yang dihasilkan kemudian dikembalikan kepada pengguna melalui antarmuka website. Pada Business Logic Layer, sistem juga terintegrasi dengan Gemini AI untuk menghasilkan respons chatbot secara otomatis serta Laravel Reverb untuk mendukung komunikasi real-time antara pengguna dan admin.

Tabel 4. 10 Deskripsi Lapisan Arsitektur

| Lapisan                   | Komponen    | Deskripsi                                                                                                    |
|---------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Client Layer<br>(Browser) | Web Browser | Antarmuka website yang digunakan masyarakat untuk mengakses Portal Informasi Dinas PUPR dan fitur Live Chat. |

|                                |                                               |                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Presentation Layer (View)      | Blade Template Engine (HTML, CSS, JavaScript) | Lapisan yang merender widget live chat di halaman publik dan tampilan dashboard chat admin). Tidak mengandung logika bisnis.                                     |
| Application Layer (Controller) | Laravel Controller                            | Lapisan yang mengelola request HTTP seperti pengiriman pesan, handover, autentikasi admin, dan pengelolaan percakapan.                                           |
| Business Logic Layer (Model)   | Service, Model Eloquent                       | Lapisan yang mengatur logika chatbot Gemini AI, mekanisme handover, status percakapan, dan pengelolaan sesi chat.                                                |
| Data Layer (Database)          | MySQL                                         | Lapisan yang menyimpan seluruh riwayat sesi dan pesan                                                                                                            |
| External Services              | Gemini API, Laravel Reverb                    | Layanan eksternal yang diintegrasikan ke dalam sistem. Gemini API untuk menyediakan respons AI dan Laravel reverb untuk komunikasi real-time berbasis WebSocket. |

#### 4.2.2 Komponen Komponen Utama Sistem

Berdasarkan analisis software requirements yang telah dilakukan, modul live chat hybrid terdiri dari tujuh komponen utama yang masing-masing memiliki tanggung jawab spesifik. Komponen-komponen ini berinteraksi satu sama lain secara terstruktur melalui mekanisme yang disediakan oleh framework Laravel, sehingga setiap perubahan atau penambahan fitur dapat dilakukan dengan dampak minimal terhadap komponen lain.

Tabel 4. 11 Komponen-Komponen Utama Sistem

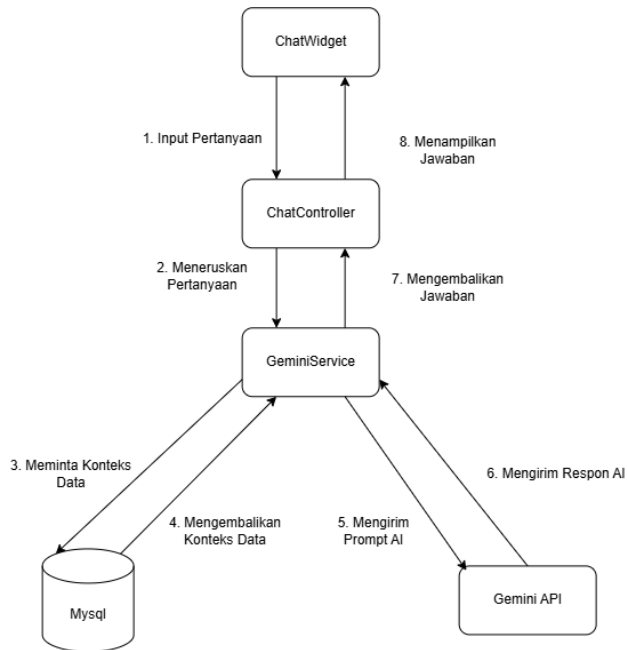
| Kode    | Komponen                | Deskripsi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| COMP-01 | Route                   | Bertanggung jawab memetakan setiap URL permintaan HTTP ke controller yang sesuai. Pada modul ini, route terbagi menjadi route publik (akses sesi chat untuk <i>visitor</i> /warga) dan route terproteksi menggunakan middleware auth untuk modul <i>Chat Dashboard</i> di panel admin.                                                                                                                                                                        |
| COMP-02 | Middleware              | Komponen penyaring permintaan HTTP yang berjalan sebelum controller dieksekusi. Menggunakan middleware untuk memverifikasi hak akses admin ke dashboard manajemen pesan, serta middleware bawaan Laravel seperti CSRF Protection untuk keamanan pengiriman pesan.                                                                                                                                                                                             |
| COMP-03 | ChatController          | Menangani seluruh logika interaksi utama pada sisi pengguna publik/warga, mulai dari inisialisasi sesi chat, pengiriman pesan baru, pemrosesan verifikasi jawaban chatbot, hingga pengambilan riwayat pesan dalam suatu sesi chat. Untuk pertanyaan yang memerlukan jawaban chatbot, ChatController meneruskan pemrosesannya kepada komponen Gemini Service, serta bertanggung jawab atas pemrosesan mekanisme handover percakapan dari chatbot kepada admin. |
| COMP-04 | ChatDashboardController | Mengelola operasi panel admin terhadap pesan masuk. Bertanggung jawab menampilkan daftar sesi aktif beserta statistik bagi admin PUPR, memuat detail percakapan pada suatu sesi, memproses balasan admin, serta mengubah status penanganan chat dari bot ke admin maupun mengakhiri sesi percakapan.                                                                                                                                                          |

|         |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| COMP-05 | Gemini Service             | Bertanggung jawab penuh atas integrasi dengan Gemini API, meliputi pembentukan konteks percakapan dari data pada database, penyusunan system prompt dan riwayat percakapan, pengiriman permintaan ke Gemini API, serta penanganan kegagalan respons apabila layanan AI tidak dapat diakses. Komponen ini dipanggil oleh ChatController setiap kali ada pertanyaan yang perlu dijawab oleh chatbot |
| COMP-06 | Broadcast Event Layer      | Mengelola komunikasi real-time dua arah agar pesan langsung muncul tanpa memuat ulang halaman (refresh). Menggunakan modul Laravel Events seperti MessageSent, AdminReplied, dan ChatTransferredToAdmin yang terintegrasi dengan WebSocket (Laravel Reverb)                                                                                                                                       |
| COMP-07 | Model Layer (Eloquent ORM) | Merepresentasikan struktur data percakapan menjadi objek PHP yang memetakan tabel database. Model utama pada subsistem chat adalah ChatSession, yang memuat method bisnis seperti pembuatan token sesi, transfer sesi ke admin, dan penutupan sesi, serta ChatMessage yang merepresentasikan setiap pesan individual dalam suatu sesi percakapan.                                                 |

### 4.2.3 Gambaran Arsitektur Chatbot

Arsitektur Chatbot SAPA PUPR Garut menerapkan pola Model-View-Controller (MVC) pada Laravel, ditambah satu lapisan **Service** khusus untuk mengisolasi logika kecerdasan buatan, dengan memanfaatkan MySQL sebagai basis data dan Google Gemini API sebagai layanan kecerdasan buatan. Proses dimulai saat pengguna mengirimkan pertanyaan melalui halaman Live Chat yang diteruskan ke ChatController melalui AJAX. ChatController kemudian meneruskan pertanyaan beserta riwayat percakapan kepada kelas GeminiService melalui dependency injection, tanpa perlu mengetahui detail cara pembentukan jawaban tersebut.

Di dalam GeminiService, sistem mengambil data konteks dari basis data melalui Model (Eloquent ORM), seperti data layanan, berita, pengumuman, sejarah, visi misi, struktur organisasi, dan pejabat struktural. Data konteks tersebut digabungkan dengan pertanyaan serta riwayat percakapan untuk membentuk prompt yang dikirim ke Gemini API. Berdasarkan prompt tersebut, Gemini menghasilkan jawaban yang relevan sesuai informasi Dinas PUPR Kabupaten Garut. Respons kemudian dikembalikan oleh GeminiService kepada ChatController, yang selanjutnya menyimpannya sebagai riwayat percakapan dan menampilkannya kembali pada halaman Live Chat. Dengan pemisahan tanggung jawab ini, ChatController tetap fokus mengelola alur permintaan HTTP, sementara seluruh kompleksitas logika AI generatif terpusat dan mudah dipelihara di dalam GeminiService.

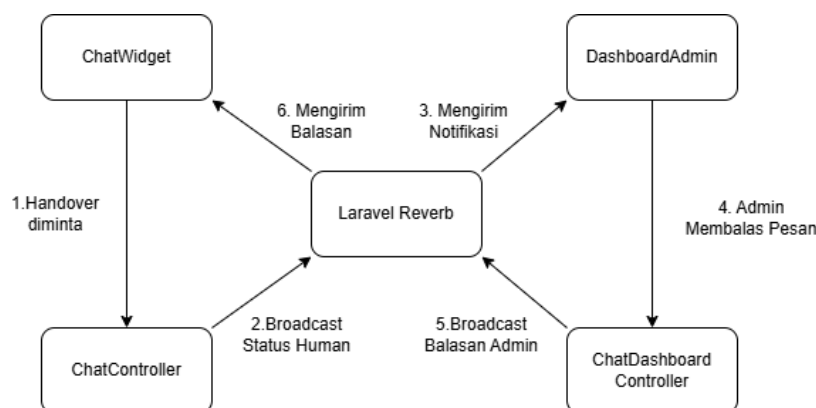


Gambar 4. 2 Gambaran Arsitektur Chatbot

#### 4.2.4 Gambaran Arsitektur Live Chat Hybrid dan Handover

Arsitektur Live Chat Hybrid menggabungkan respons otomatis chatbot dan intervensi admin dalam satu kanal percakapan dengan memanfaatkan Laravel Reverb sebagai media komunikasi *real-time*. Proses dimulai ketika pengguna memilih verifikasi "Tidak" pada halaman Live Chat, yang menandakan bahwa jawaban chatbot belum menyelesaikan permasalahan. Permintaan tersebut diterima oleh ChatController, yang mengubah status sesi menjadi human dan mengirimkan notifikasi kepada dashboard admin melalui Laravel Reverb.

Setelah admin memberikan balasan melalui ChatDashboardController, pesan disimpan ke basis data dan dikirim secara *real-time* ke halaman Live Chat menggunakan Laravel Reverb. Dengan mekanisme ini, percakapan dapat berlanjut pada sesi yang sama tanpa pengguna perlu mengulang pertanyaan, hingga admin menutup sesi dengan mengubah status percakapan menjadi closed setelah permasalahan selesai ditangani.



Gambar 4. 3 Gambaran Arsitektur Live Chat Hybrid dan Handover

#### 4.2.5 Perancangan Access Control Modul Live Chat Hybrid

Modul live chat hybrid pada sistem SAPA PUPR Garut menerapkan mekanisme kontrol akses berbasis dua kategori pengguna, yaitu Pengunjung Publik dan Pengguna Internal Dinas PUPR. Kedua kategori ini memiliki mekanisme masuk serta hak akses fitur yang saling terpisah sesuai fungsinya dalam alur live chat. Sistem ini menerapkan kontrol akses berbasis peran (Role-Based Access Control/RBAC) melalui kolom role bertipe string pada tabel users, dengan dua nilai peran yang didukung, yaitu admin dan kepala dinas. Method `isAdmin()` pada model User mengembalikan nilai true untuk kedua role tersebut, sehingga baik admin maupun kepala dinas memiliki hak akses yang setara terhadap seluruh fitur dashboard live chat. Dengan demikian, secara fungsional tetap terdapat dua kondisi akses pada modul ini: tidak terautentikasi (pengunjung publik) dan terautentikasi sebagai pengguna internal (admin/kepala dinas)

Tabel 4. 12 Perancangan Access Control Modul Live Chat Hybrid

| Fitur/Akses Data                                | Masyarakat | Admin | Keterangan                                                                                                        |
|-------------------------------------------------|------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mengakses <i>widget</i> chat                    | ✓          | ✗     | <i>Widget</i> tersedia pada halaman website dan dapat digunakan tanpa login.                                      |
| Memulai sesi percakapan                         | ✓          | ✗     | Masyarakat memulai sesi percakapan melalui <i>widget</i> live chat pada website.                                  |
| Mengirim pesan ke chatbot                       | ✓          | ✗     | Pesan masyarakat diproses oleh chatbot selama status sesi masih bot.                                              |
| Melakukan verifikasi jawaban chatbot (Ya/Tidak) | ✓          | ✗     | Pilihan Ya mengakhiri sesi, sedangkan Tidak mengalihkan percakapan kepada admin melalui mekanisme <i>handover</i> |
| Melihat dashboard percakapan                    | ✗          | ✓     | Hanya admin yang telah terautentikasi yang dapat mengakses dashboard pengelolaan percakapan.                      |
| Melihat detail percakapan                       | ✗          | ✓     | Admin dapat melihat riwayat percakapan pada setiap sesi yang dikelola.                                            |

|                                     |   |   |                                                                                             |
|-------------------------------------|---|---|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Membalas pesan masyarakat           | X | ✓ | Admin dapat membalas pesan setelah sesi percakapan berstatus human.                         |
| Menutup sesi percakapan             | X | ✓ | Admin dapat mengakhiri sesi percakapan setelah permasalahan masyarakat selesai ditangani.   |
| Menerima notifikasi <i>handover</i> | X | ✓ | Admin menerima notifikasi secara <b>real-time</b> ketika percakapan dialihkan dari chatbot. |

Keterangan: ✓ = Memiliki akses | X = Tidak memiliki akses

#### 4.2.6 Perancangan Keamanan Sistem

Mengingat modul live chat hybrid menangani komunikasi publik yang dapat memuat data pribadi (nama, email) serta jalur akses admin ke seluruh riwayat percakapan, aspek keamanan mendapat perhatian khusus dalam perancangan arsitektur. Sistem mengimplementasikan delapan mekanisme keamanan berlapis yang mencakup perlindungan autentikasi, otorisasi berbasis role, keamanan token sesi chat, proteksi CSRF, validasi input, serta pembatasan akses pada channel *broadcasting* real-time.

Tabel 4. 13 Perancangan Keamanan Sistem

| Kode   | Mekanisme Keamanan       | Impmentasi dalam Sistem                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SEC-01 | CSRF Protection          | Setiap permintaan POST dan PUT dari widget chat maupun dashboard admin menyertakan token CSRF pada header X-CSRF-TOKEN. Middleware bawaan Laravel memverifikasi token ini sebelum request diteruskan ke controller. Permintaan tanpa token valid ditolak otomatis oleh framework.                                                       |
| SEC-02 | Input Validation         | Pesan dari masyarakat divalidasi maksimal 1000 karakter, email divalidasi format opsional, dan session_token wajib tersedia pada setiap permintaan. Balasan admin divalidasi maksimal 2000 karakter melalui ChatDashboardController. Permintaan yang gagal validasi dikembalikan dengan status 422 beserta pesan error.                 |
| SEC-03 | Admin Authentication     | Seluruh rute dashboard admin dilindungi middleware auth dan admin secara berlapis. Middleware admin memverifikasi atribut role pengguna bernilai admin atau kepala_dinas sebelum request diproses controller. Pengguna dengan role lain di luar kedua nilai tersebut (termasuk yang belum terautentikasi) dikembalikan ke halaman login |
| SEC-04 | Session Token Generation | Setiap sesi chat diberi token acak sepanjang 48 karakter yang dibangkitkan melalui fungsi Str::random(48). Token disimpan pada kolom chat_sessions.session_token sebagai satu-satunya identitas sesi. Token acak mencegah sesi diakses melalui penebakan ID sekuensial.                                                                 |
| SEC-05 | SQL Injection Prevention | Seluruh akses basis data dilakukan melalui Eloquent ORM Laravel, bukan query SQL mentah. Parameter query dibangun secara otomatis oleh ORM melalui <i>parameter binding</i> . Mekanisme ini mencegah penyisipan perintah SQL berbahaya melalui input pengguna.                                                                          |
| SEC-06 | XSS Prevention           | Blade Template Engine melakukan <i>escaping</i> otomatis terhadap data yang dirender pada sisi server. Pada dashboard admin, pesan yang disisipkan secara dinamis melalui JavaScript diproses lebih dulu oleh fungsi escapeHtml. Mekanisme ini mencegah eksekusi skrip berbahaya yang disisipkan melalui isi pesan chat.                |

|        |                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SEC-07 | Security Headers       | Middleware SecurityHeaders menambahkan header Content-Security-Policy pada setiap response. Header ini membatasi sumber koneksi HTTP/HTTPS dan koneksi WebSocket yang diizinkan untuk kebutuhan Laravel Reverb. Pembatasan ini mengurangi risiko koneksi tidak sah dari luar domain aplikasi.        |
| SEC-08 | Login Rate Limiting    | Middleware LimitLoginAttempts membatasi percobaan login maksimal 5 kali berdasarkan alamat IP pengguna. Percobaan yang melebihi batas diblokir sementara dengan estimasi waktu tunggu sebelum dapat mencoba kembali. Mekanisme ini mengurangi risiko serangan <i>brute force</i> pada halaman login. |
| SEC-09 | Session Status Control | Sistem menolak pengiriman pesan pada sesi yang berstatus closed dan mengembalikan pesan error kepada pengguna. Pemrosesan otomatis oleh chatbot hanya dijalankan ketika status sesi masih bot. Sesi berstatus human hanya meneruskan pesan ke admin tanpa memanggil layanan AI.                      |

#### 4.2.7 Arsitektur Deployment

Arsitektur *deployment* sistem Live Chat Hybrid dirancang untuk berjalan dalam lingkungan server tunggal (single-server) yang mengintegrasikan seluruh komponen teknologi secara terpadu. Pendekatan ini dipilih karena sesuai dengan skala penggunaan sistem pada lingkungan Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut, serta mempermudah proses instalasi dan pemeliharaan sistem, mengingat modul live chat hybrid ini dikembangkan sebagai fitur tambahan pada website yang telah dibangun sebelumnya, bukan sebagai sistem yang berdiri sendiri.

Tabel 4. 14 Arsitektur Deployment

| Komponen              | Teknologi         | Keterangan                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Web Server            | Apache / Nginx    | Menangani permintaan HTTP dari browser pengguna dan meneruskannya ke aplikasi Laravel melalui PHP-FPM.                                                                                                         |
| Application Runtime   | PHP 8.2+          | Lingkungan eksekusi kode aplikasi Laravel 12. Seluruh logika bisnis, validasi, dan pemrosesan pesan chat berjalan di lapisan ini.                                                                              |
| Application Framework | Laravel 12        | Framework utama yang mengimplementasikan pola arsitektur MVC. Menyediakan routing, ORM (Eloquent), autentikasi admin, validasi input, serta proteksi keamanan (CSRF, XSS).                                     |
| WebSocket Server      | Laravel Reverb    | Proses server terpisah yang berjalan secara <i>persistent</i> (long-running process) untuk menangani komunikasi real-time antara pengguna, chatbot, dan admin pada modul live chat, mendukung broadcast event. |
| Database Server       | MySQL             | Sistem manajemen basis data relasional yang menyimpan seluruh data sesi percakapan, riwayat pesan, serta data konten website yang dijadikan konteks respons chatbot.                                           |
| External AI Service   | Google Gemini API | Layanan pihak ketiga yang diakses melalui HTTP Client Laravel untuk menghasilkan respons chatbot secara otomatis berdasarkan konteks yang dikirimkan dari server aplikasi.                                     |
| Version Control       | Git               | Pengelolaan versi kode sumber selama proses pengembangan.                                                                                                                                                      |

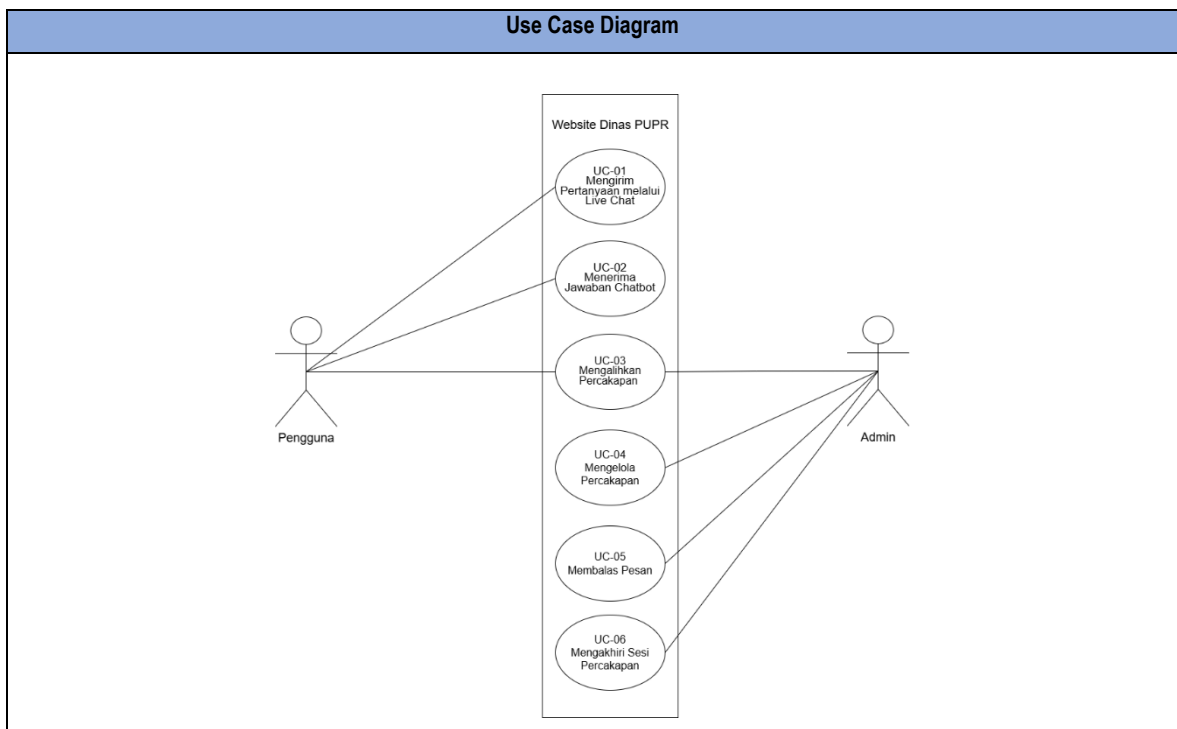
#### 4.3 Pemodelan Berbasis Skenario

Pemodelan berbasis skenario digunakan untuk merepresentasikan sebuah interaksi antar aktor dengan sistem. Terdapat beberapa sub bab dalam pemodelan berbasis skenario antara lain membuat use case, skenario use case dan diagram swimlane yang akan dijelaskan pada poin poin berikut.

### 4.3.1 Use Case Diagram

Use case diagram menggambarkan interaksi antara aktor dengan sistem yang dikembangkan. Aktor merupakan pihak yang berinteraksi secara langsung dengan sistem, baik sebagai pengguna maupun pengelola sistem. Sementara itu, use case merepresentasikan fungsi atau layanan yang harus disediakan oleh sistem berdasarkan kebutuhan pengguna yang telah diidentifikasi pada tahap analisis. Gambar use case tersebut disajikan dalam table berikut:

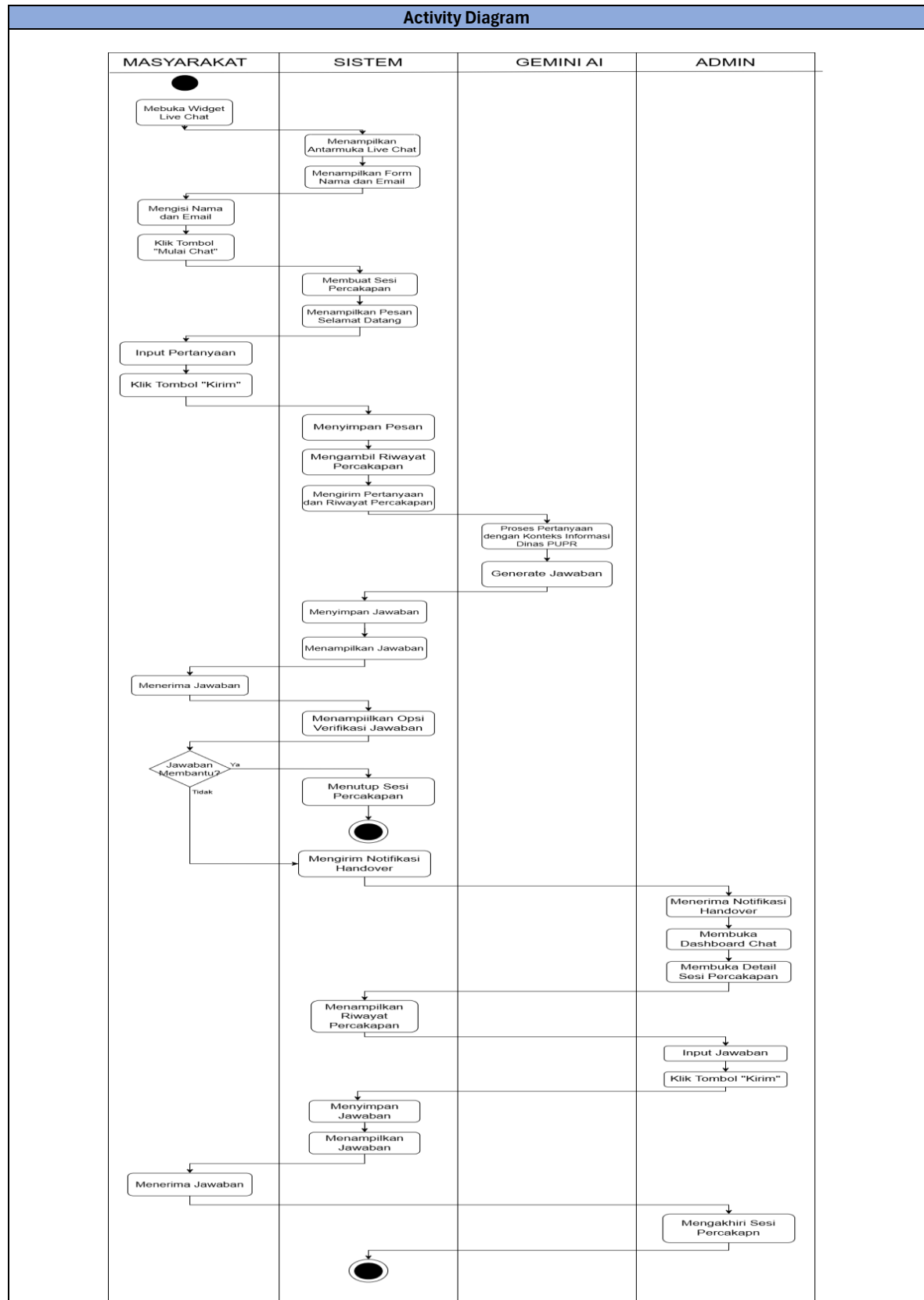
Tabel 4. 15 Use Case Diagram



### 4.3.2 Activity Diagram

Activity Diagram digunakan untuk menggambarkan alur aktivitas atau proses yang berlangsung dalam sistem. Diagram ini menunjukkan urutan aktivitas yang dilakukan oleh pengguna dan sistem, mulai dari proses awal hingga selesai, termasuk percabangan kondisi yang terjadi selama proses berlangsung.

Tabel 4. 16 Activity Diagram



### 4.3.3 Skenario Use Case

Skenario use case menjelaskan secara rinci alur interaksi antara aktor dan sistem untuk setiap use case. Setiap skenario mencakup kondisi awal (prekondisi), kondisi akhir (postkondisi), alur normal, serta alur alternatif yang menangani kondisi tidak biasa atau kesalahan.

Tabel 4. 17 Skenario UC-01: Mengirim Pertanyaan melalui Live Chat

| Identifikasi                                   |                                                                                                                                          |                                                                  |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Use Case ID                                    | UC-01                                                                                                                                    |                                                                  |
| Nama Use Case                                  | Mengirim Pertanyaan melalui Live Chat                                                                                                    |                                                                  |
| Aktor                                          | Masyarakat                                                                                                                               |                                                                  |
| Prekondisi                                     | Pengguna telah membuka website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut dan <i>widget</i> live chat tampil pada halaman |                                                                  |
| Postkondisi                                    | Pertanyaan berhasil dikirim, sesi percakapan baru terbentuk, dan pertanyaan ditampilkan pada halaman percakapan                          |                                                                  |
| Tujuan                                         | Melakukan pengiriman pertanyaan kepada chatbot untuk memperoleh informasi seputar Dinas PUPR                                             |                                                                  |
| Skenario Utama                                 |                                                                                                                                          |                                                                  |
| Kondisi Awal : Widget Live Chat                |                                                                                                                                          |                                                                  |
| No                                             | Aktor                                                                                                                                    | Sistem                                                           |
| 1                                              | Pengguna membuka <i>widget</i> live chat pada halaman website                                                                            |                                                                  |
| 2                                              |                                                                                                                                          | Sistem menampilkan antarmuka live chat                           |
| 3                                              |                                                                                                                                          | Sistem menampilkan form pengisian Nama dan Email                 |
| 4                                              | Pengguna mengisi Nama dan Email                                                                                                          |                                                                  |
| 5                                              | Pengguna menekan tombol "Mulai Chat"                                                                                                     |                                                                  |
| 6                                              |                                                                                                                                          | Sistem melakukan validasi input Nama dan Email                   |
| 7                                              |                                                                                                                                          | Sistem membuat sesi percakapan baru                              |
| 8                                              |                                                                                                                                          | Sistem menampilkan kolom input pesan dan pesan sambutan otomatis |
| 9                                              | Pengguna memasukkan pertanyaan pada kolom input                                                                                          |                                                                  |
| 10                                             | Pengguna menekan tombol kirim                                                                                                            |                                                                  |
| 11                                             |                                                                                                                                          | Sistem melakukan validasi input pertanyaan                       |
| 12                                             |                                                                                                                                          | Sistem menampilkan pertanyaan pengguna pada layar chat           |
| 13                                             |                                                                                                                                          | Sistem menampilkan indikator loading proses jawaban              |
| Kondisi Akhir : Sistem menunggu respon chatbot |                                                                                                                                          |                                                                  |
| Skenario Alternatif                            |                                                                                                                                          |                                                                  |
| No                                             | Kondisi                                                                                                                                  | Aksi Sistem                                                      |
| 1                                              | Nama atau Email kosong                                                                                                                   | Sistem menampilkan pesan bahwa Nama dan Email wajib diisi        |
| 2                                              | Pertanyaan kosong                                                                                                                        | Sistem menampilkan pesan bahwa input tidak boleh kosong          |

Tabel 4. 18 Skenario UC-02: Menerima Jawaban Chatbot

| Identifikasi                                                                     |                                                                           |                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Use Case ID                                                                      | UC-02                                                                     |                                                                       |
| Nama Use Case                                                                    | Menerima Jawaban Chatbot                                                  |                                                                       |
| Aktor                                                                            | Masyarakat                                                                |                                                                       |
| Prekondisi                                                                       | Pengguna telah mengirimkan pertanyaan dan sistem sedang memproses jawaban |                                                                       |
| Postkondisi                                                                      | Jawaban chatbot ditampilkan pada layar chat beserta pilihan verifikasi    |                                                                       |
| Tujuan                                                                           | Menampilkan jawaban otomatis berdasarkan pertanyaan pengguna              |                                                                       |
| Skenario Utama                                                                   |                                                                           |                                                                       |
| Kondisi Awal : Sistem memproses pertanyaan                                       |                                                                           |                                                                       |
| No                                                                               | Aktor                                                                     | Sistem                                                                |
| 1                                                                                |                                                                           | Sistem mengambil data referensi dari database MySQL                   |
| 2                                                                                |                                                                           | Sistem membentuk konteks prompt chatbot                               |
| 3                                                                                |                                                                           | Sistem mengirim pertanyaan ke Gemini API                              |
| 4                                                                                |                                                                           | Sistem menerima jawaban dari AI                                       |
| 5                                                                                |                                                                           | Sistem memproses teks jawaban                                         |
| 6                                                                                |                                                                           | Sistem menampilkan jawaban pada layar percakapan                      |
| 7                                                                                |                                                                           | Sistem menampilkan pilihan verifikasi [Ya] / [Tidak] di bawah jawaban |
| 8                                                                                | Pengguna membaca jawaban chatbot                                          |                                                                       |
| Kondisi Akhir : Jawaban chatbot ditampilkan, sistem menunggu verifikasi pengguna |                                                                           |                                                                       |
|                                                                                  |                                                                           |                                                                       |
| Skenario Alternatif                                                              |                                                                           |                                                                       |
| No                                                                               | Kondisi                                                                   | Aksi Sistem                                                           |
| 1                                                                                | API gagal merespon                                                        | Sistem menampilkan pesan gagal memproses                              |
| 2                                                                                | Pertanyaan di luar konteks                                                | Sistem menampilkan jawaban pengarah sesuai topik PUPR                 |

Tabel 4. 19 Skenario UC-03: Mengalihkan Percakapan

| Identifikasi                                                        |                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Use Case ID                                                         | UC-03                                                                                            |
| Nama Use Case                                                       | Mengalihkan Percakapan                                                                           |
| Aktor                                                               | Masyarakat, Admin                                                                                |
| Prekondisi                                                          | Chatbot telah menampilkan jawaban beserta pilihan verifikasi                                     |
| Postkondisi                                                         | Percakapan dialihkan ke admin atau diakhiri sesuai pilihan pengguna                              |
| Tujuan                                                              | Mengalihkan percakapan kepada admin apabila jawaban chatbot belum menyelesaikan kendala pengguna |
| Skenario Utama                                                      |                                                                                                  |
| Kondisi Awal : Sistem menampilkan pilihan verifikasi [Ya] / [Tidak] |                                                                                                  |

| No                                                              | Aktor                           | Sistem                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                               | Pengguna menekan tombol [Tidak] |                                                                         |
| 2                                                               |                                 | Sistem mengubah status percakapan menjadi ditangani admin               |
| 3                                                               |                                 | Sistem menampilkan pesan pemberitahuan pengalihan kepada pengguna       |
| 4                                                               |                                 | Sistem mengirim notifikasi percakapan baru kepada admin                 |
| 5                                                               |                                 | Sistem menampilkan notifikasi tersebut pada dashboard admin             |
| 6                                                               | Pengguna menunggu balasan admin |                                                                         |
| Kondisi Akhir : Percakapan dialihkan dan menunggu balasan admin |                                 |                                                                         |
|                                                                 |                                 |                                                                         |
| Skenario Alternatif                                             |                                 |                                                                         |
| No                                                              | Kondisi                         | Aksi Sistem                                                             |
| 1                                                               | Pengguna menekan tombol [Ya]    | Sistem mengakhiri percakapan dan menampilkan pesan penutup dari chatbot |

Tabel 4. 20 Skenario UC-04:Mengelola Percakapan

| Identifikasi                                        |                                                                                                                    |                                                                    |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Use Case ID                                         | UC-04                                                                                                              |                                                                    |
| Nama Use Case                                       | Mengelola Percakapan                                                                                               |                                                                    |
| Aktor                                               | Admin                                                                                                              |                                                                    |
| Prekondisi                                          | Admin telah <i>login</i> ke sistem                                                                                 |                                                                    |
| Postkondisi                                         | Daftar percakapan yang membutuhkan penanganan ditampilkan kepada admin                                             |                                                                    |
| Tujuan                                              | Memantau percakapan yang telah dialihkan dari chatbot agar admin mengetahui adanya percakapan yang perlu ditangani |                                                                    |
| Skenario Utama                                      |                                                                                                                    |                                                                    |
| Kondisi Awal : Admin telah login                    |                                                                                                                    |                                                                    |
| No                                                  | Aktor                                                                                                              | Sistem                                                             |
| 1                                                   |                                                                                                                    | Sistem menampilkan notifikasi percakapan baru pada dashboard admin |
| 2                                                   | Admin membuka halaman Dashboard Chat                                                                               |                                                                    |
| 3                                                   |                                                                                                                    | Sistem menampilkan daftar percakapan yang perlu ditangani          |
| Kondisi Akhir : Daftar percakapan tampil pada layar |                                                                                                                    |                                                                    |
|                                                     |                                                                                                                    |                                                                    |
| Skenario Alternatif                                 |                                                                                                                    |                                                                    |
| No                                                  | Kondisi                                                                                                            | Aksi Sistem                                                        |

|   |                                           |                                                          |
|---|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1 | Belum ada percakapan yang perlu ditangani | Sistem menampilkan pesan bahwa tidak ada percakapan baru |
|---|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|

Tabel 4. 21 Skenario UC-05: Membalas Pesan

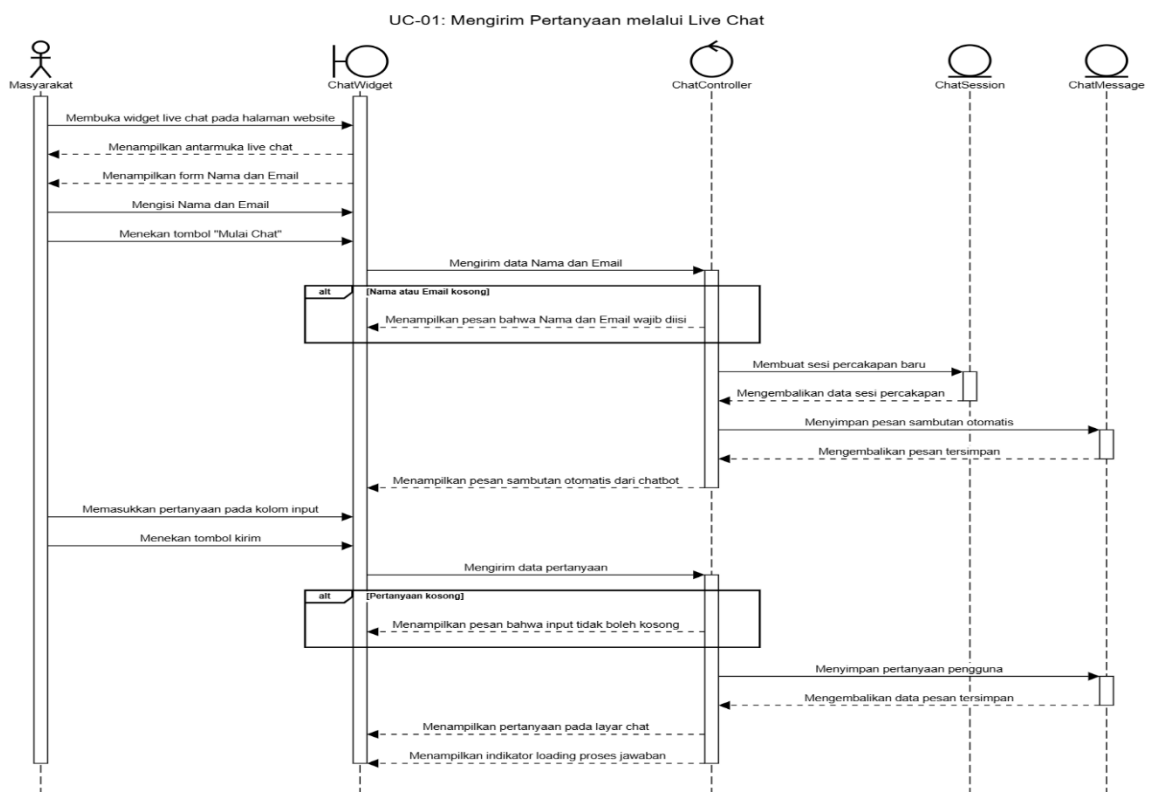
| Identifikasi                                         |                                                                         |                                                               |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Use Case ID                                          | UC-05                                                                   |                                                               |
| Nama Use Case                                        | Membalas Pesan                                                          |                                                               |
| Aktor                                                | Admin                                                                   |                                                               |
| Prekondisi                                           | Admin berada pada halaman detail percakapan yang sedang ditangani admin |                                                               |
| Postkondisi                                          | Pesan balasan admin ditampilkan kepada pengguna                         |                                                               |
| Tujuan                                               | Menindaklanjuti pertanyaan masyarakat yang telah dialihkan dari chatbot |                                                               |
| Skenario Utama                                       |                                                                         |                                                               |
| Kondisi Awal : Halaman Detail Percakapan             |                                                                         |                                                               |
| No                                                   | Aktor                                                                   | Sistem                                                        |
| 1                                                    | Admin memasukkan pesan balasan pada kolom input                         |                                                               |
| 2                                                    | Admin menekan tombol kirim                                              |                                                               |
| 3                                                    |                                                                         | Sistem melakukan validasi input pesan balasan                 |
| 4                                                    |                                                                         | Sistem menampilkan pesan balasan pada layar chat admin        |
| 5                                                    |                                                                         | Sistem mengirim pesan balasan kepada pengguna secara langsung |
| Kondisi Akhir : Pesan balasan diterima oleh pengguna |                                                                         |                                                               |
|                                                      |                                                                         |                                                               |
| Skenario Alternatif                                  |                                                                         |                                                               |
| No                                                   | Kondisi                                                                 | Aksi Sistem                                                   |
| 1                                                    | Pesan balasan kosong                                                    | Sistem menampilkan pesan bahwa input tidak boleh kosong       |

Tabel 4. 22 Skenario UC-06: Mengakhiri Sesi Percakapan

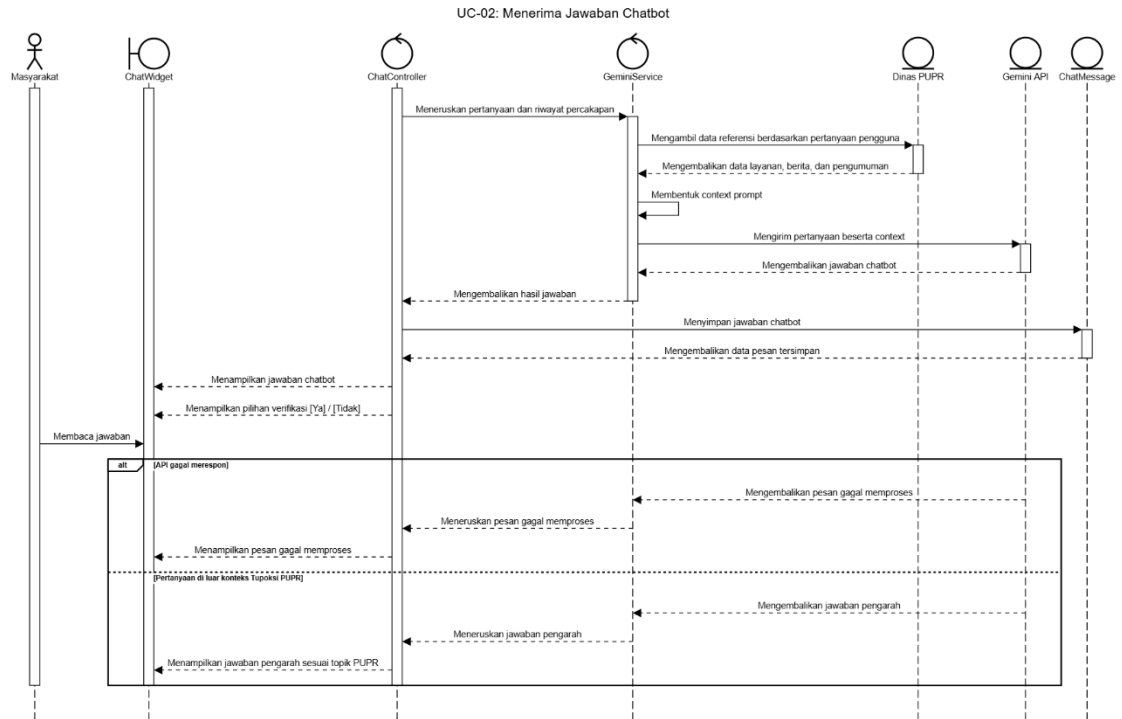
| Identifikasi                             |                                                                                             |        |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Use Case ID                              | UC-06                                                                                       |        |
| Nama Use Case                            | Mengakhiri Sesi Percakapan                                                                  |        |
| Aktor                                    | Admin                                                                                       |        |
| Prekondisi                               | Admin berada pada halaman detail percakapan dan pertanyaan pengguna telah selesai ditangani |        |
| Postkondisi                              | Percakapan berakhir dan tidak dapat menerima pesan baru                                     |        |
| Tujuan                                   | Mengakhiri percakapan secara resmi                                                          |        |
| Skenario Utama                           |                                                                                             |        |
| Kondisi Awal : Halaman Detail Percakapan |                                                                                             |        |
| No                                       | Aktor                                                                                       | Sistem |

| 1                                                                  | Admin menekan tombol "Tutup Sesi"       |                                                           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 2                                                                  |                                         | Sistem mengubah status percakapan menjadi selesai         |
| 3                                                                  |                                         | Sistem menampilkan pesan penutup otomatis kepada pengguna |
| 4                                                                  |                                         | Sistem menyimpan riwayat percakapan                       |
| Kondisi Akhir : Percakapan berstatus selesai dan riwayat tersimpan |                                         |                                                           |
|                                                                    |                                         |                                                           |
| <b>Skenario Alternatif</b>                                         |                                         |                                                           |
| No                                                                 | Kondisi                                 | Aksi Sistem                                               |
| 1                                                                  | Percakapan yang dipilih tidak ditemukan | Sistem menampilkan halaman tidak ditemukan                |

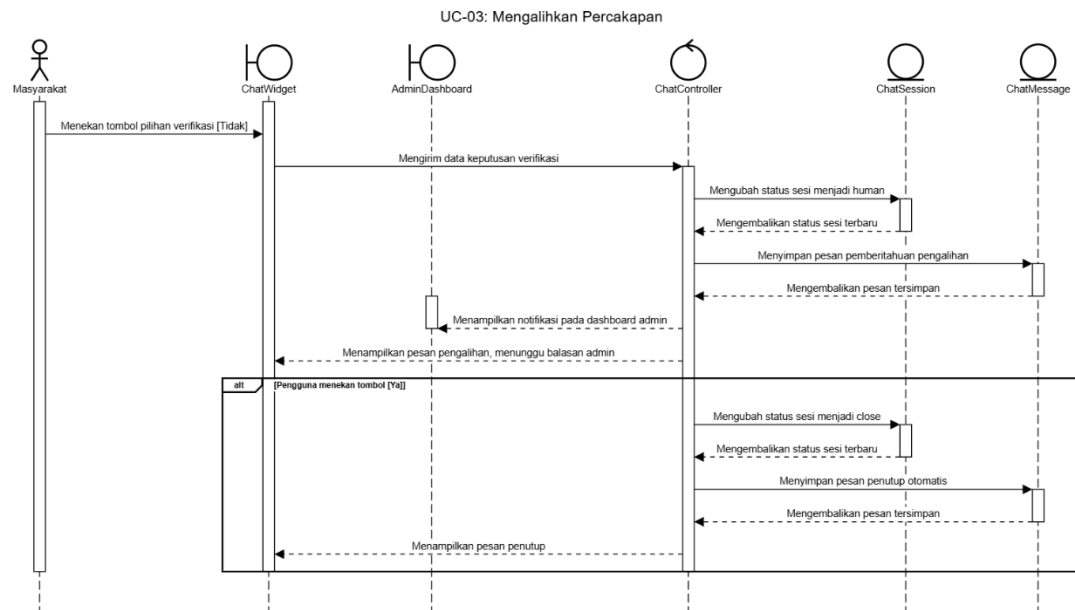
### 4.3.4 Diagram Sequence



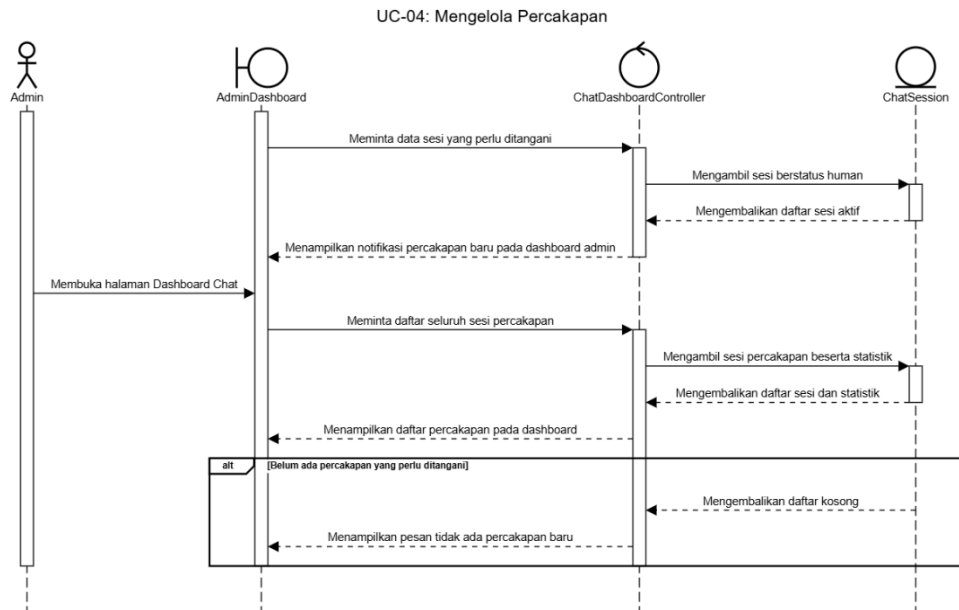
Gambar 4. 4 Diagram Sequence: UC-01 Mengirim Pertanyaan melalui Live Chat



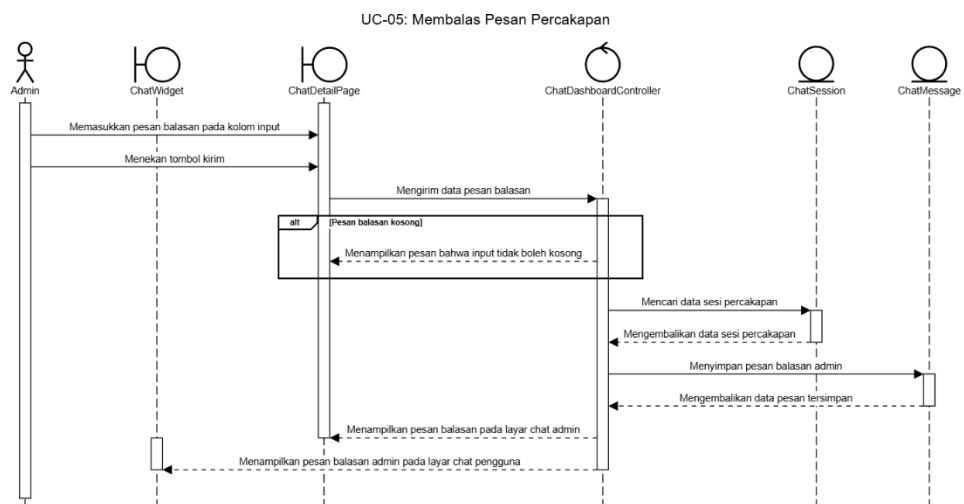
Gambar 4. 5 Diagram Sequence: UC-02 Menerima Jawaban Chatbot



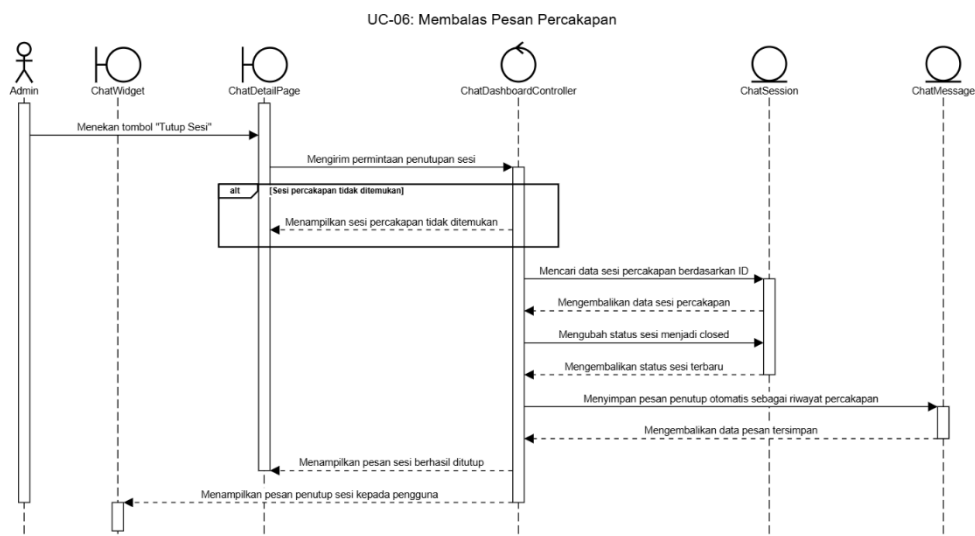
Gambar 4. 6 Diagram Sequence: UC-03 Mengalihkan Percakapan



Gambar 4. 7 Diagram Sequence: UC-04 Mengelola Percakapan



Gambar 4. 8 Diagram Sequence: UC-05 Membalas Pesan

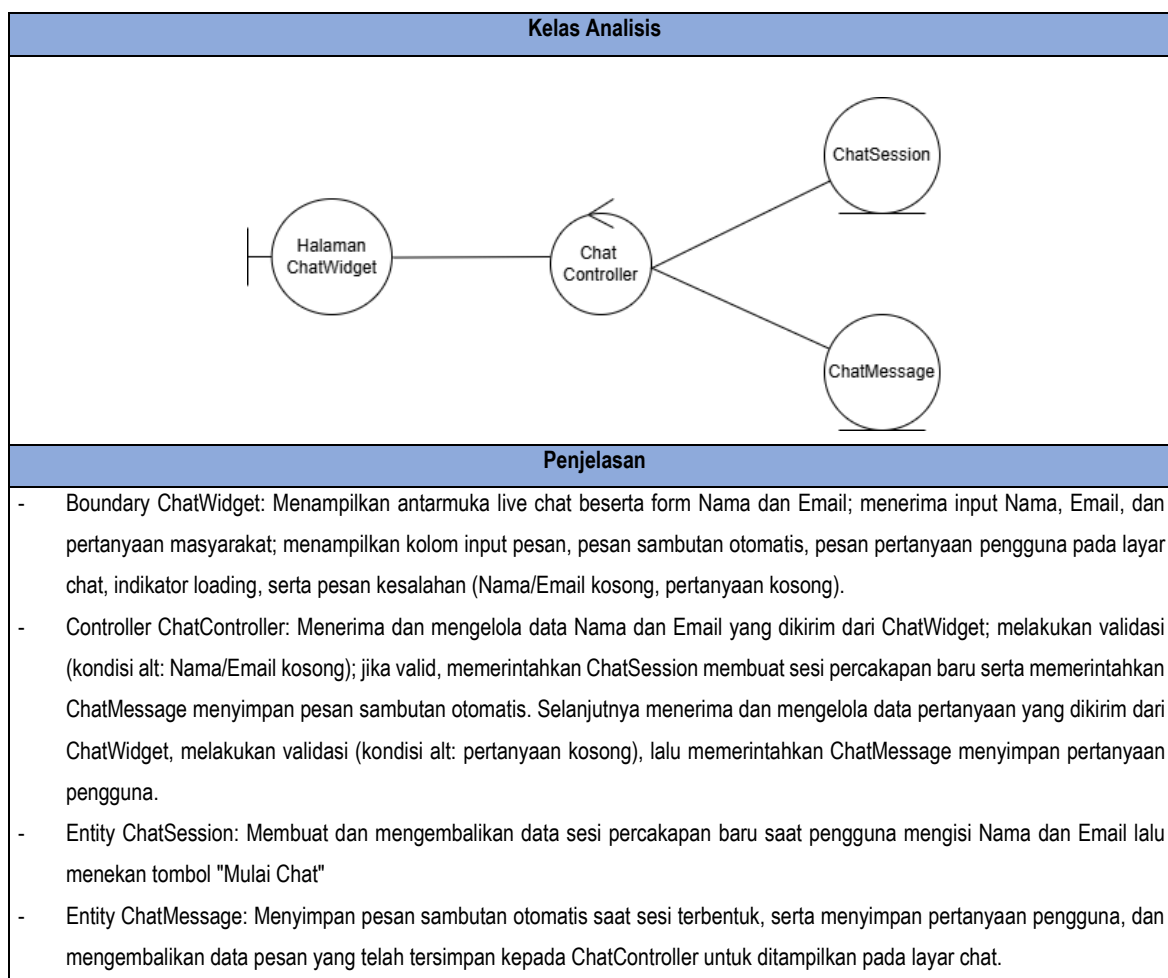


Gambar 4. 9 Diagram Sequence: UC-06 Mengakhiri Sesi Percakapan

### 4.3.5 Diagram Kelas Analisis

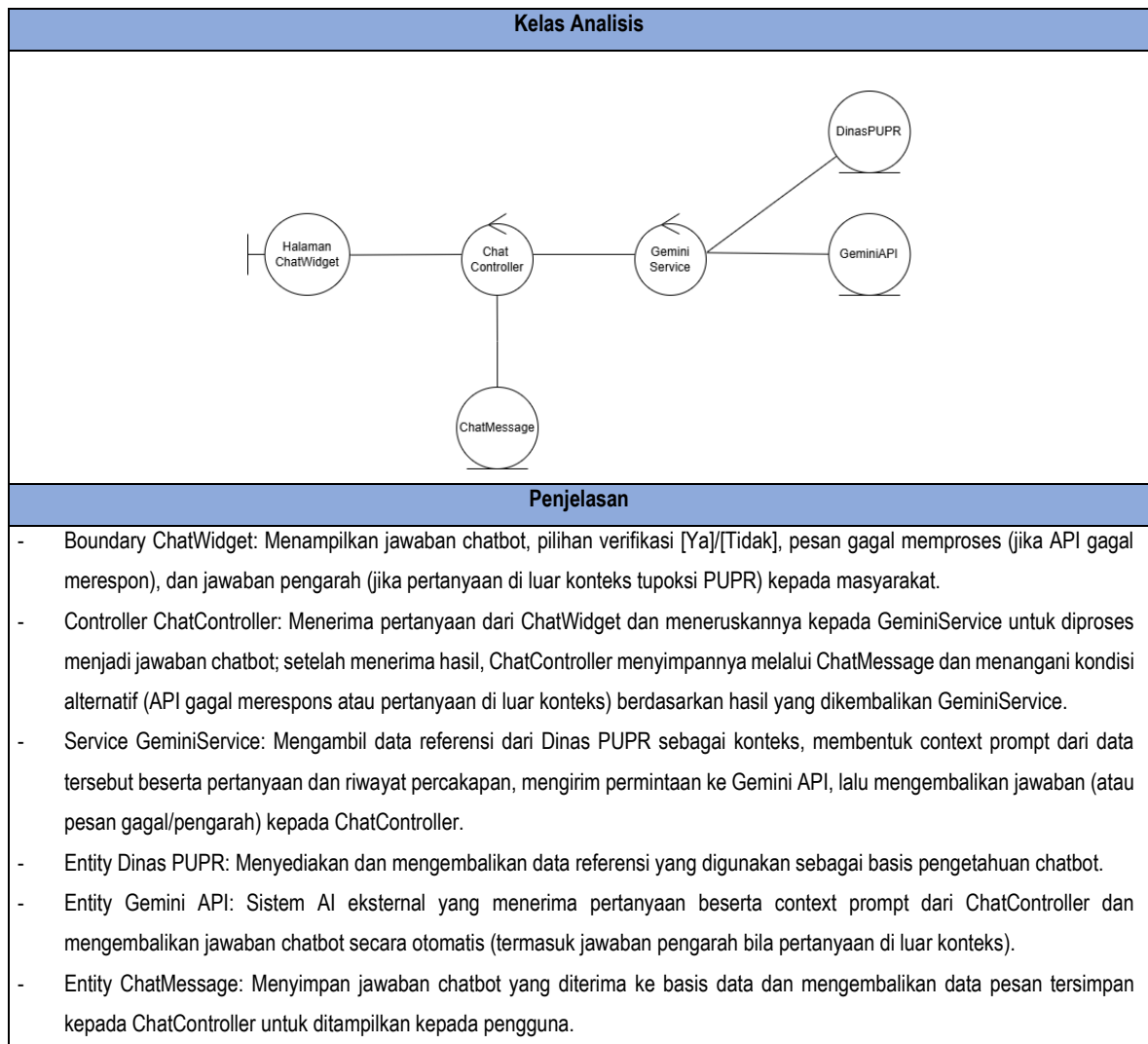
#### 1. Diagram Kelas UC-01

Tabel 4. 23 Diagram Kelas UC-01



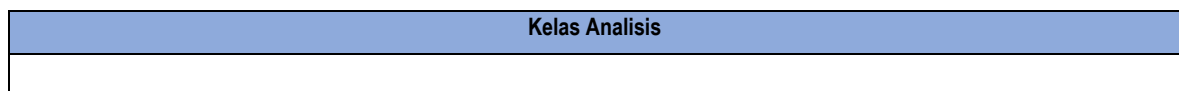
## 2. Diagram Kelas UC-02

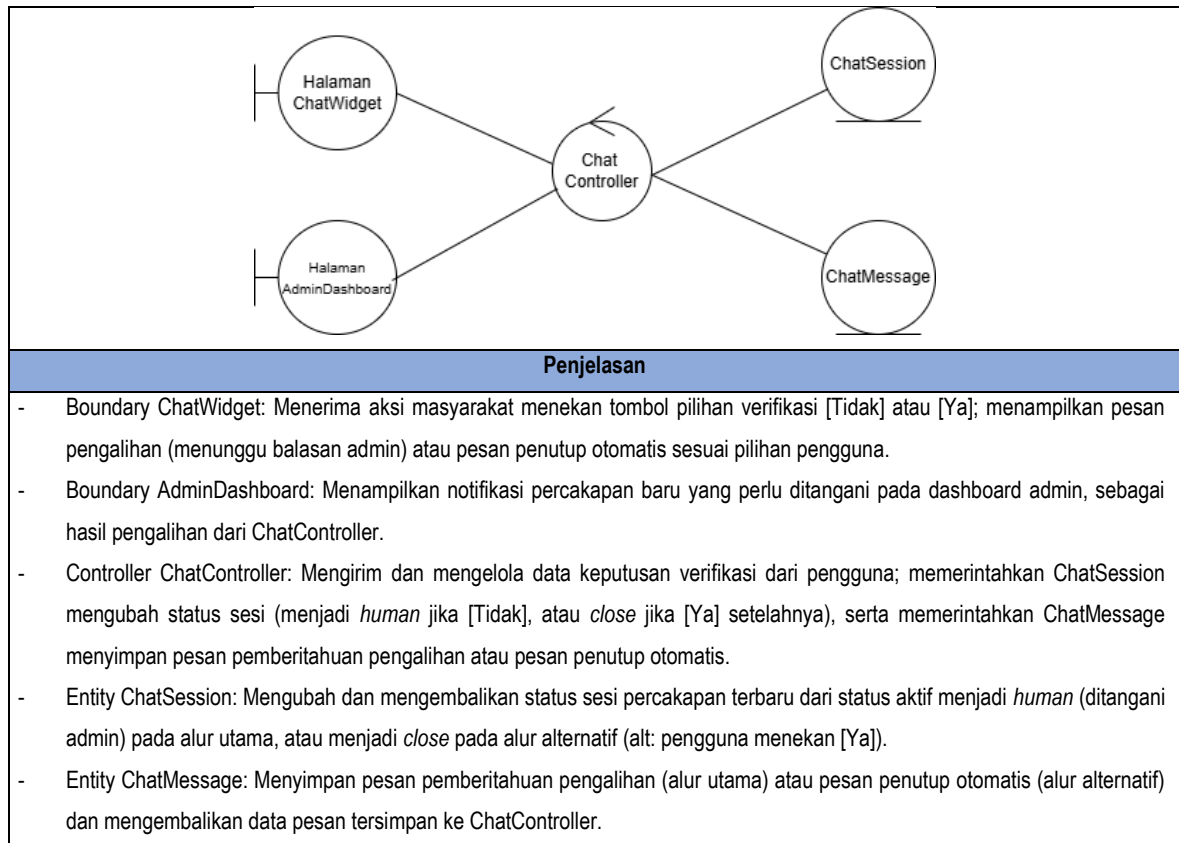
Tabel 4. 24 Diagram Kelas UC-02



## 3. Diagram Kelas UC-03

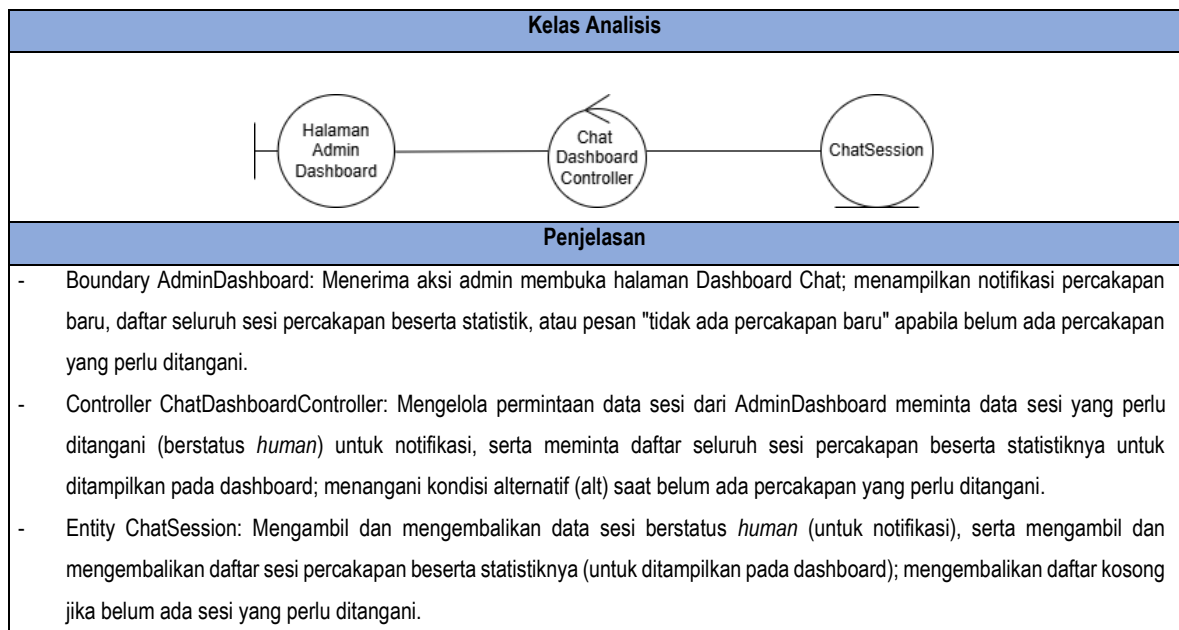
Tabel 4. 25 Diagram Kelas UC-03





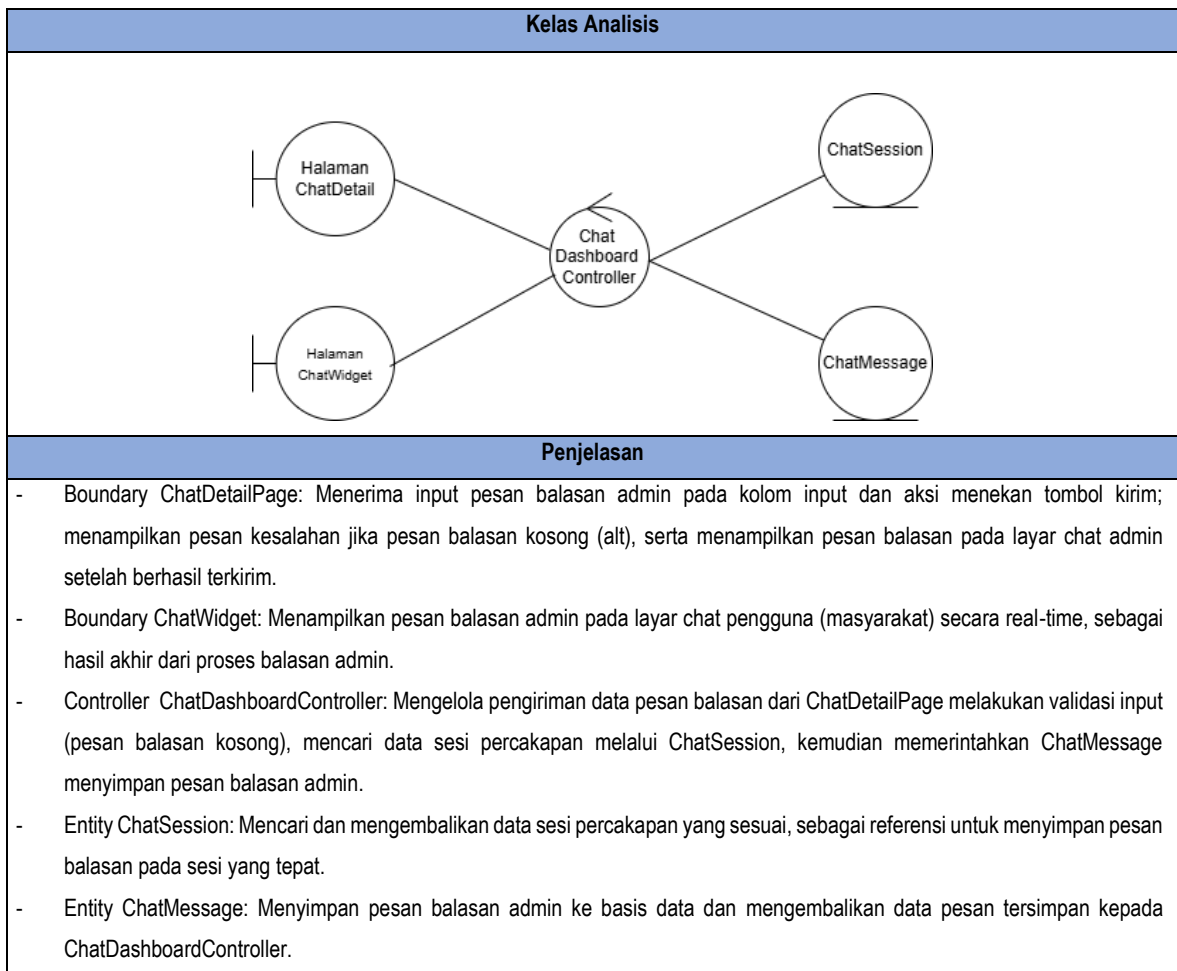
#### 4. Diagram Kelas UC-04

Tabel 4. 26 Diagram Kelas UC-04



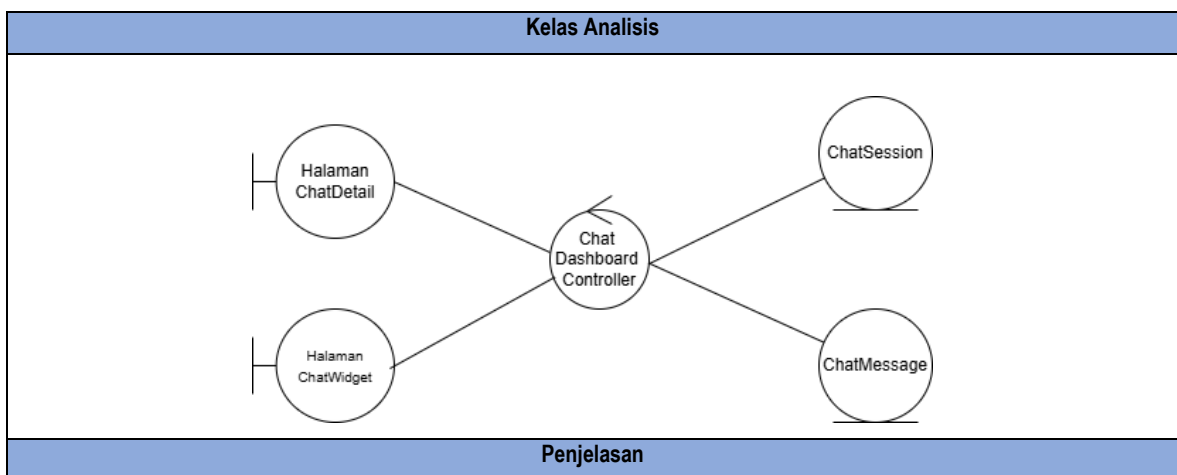
## 5. Diagram Kelas UC-05

Tabel 4. 27 Diagram Kelas UC-05



## 6. Diagram Kelas UC-06

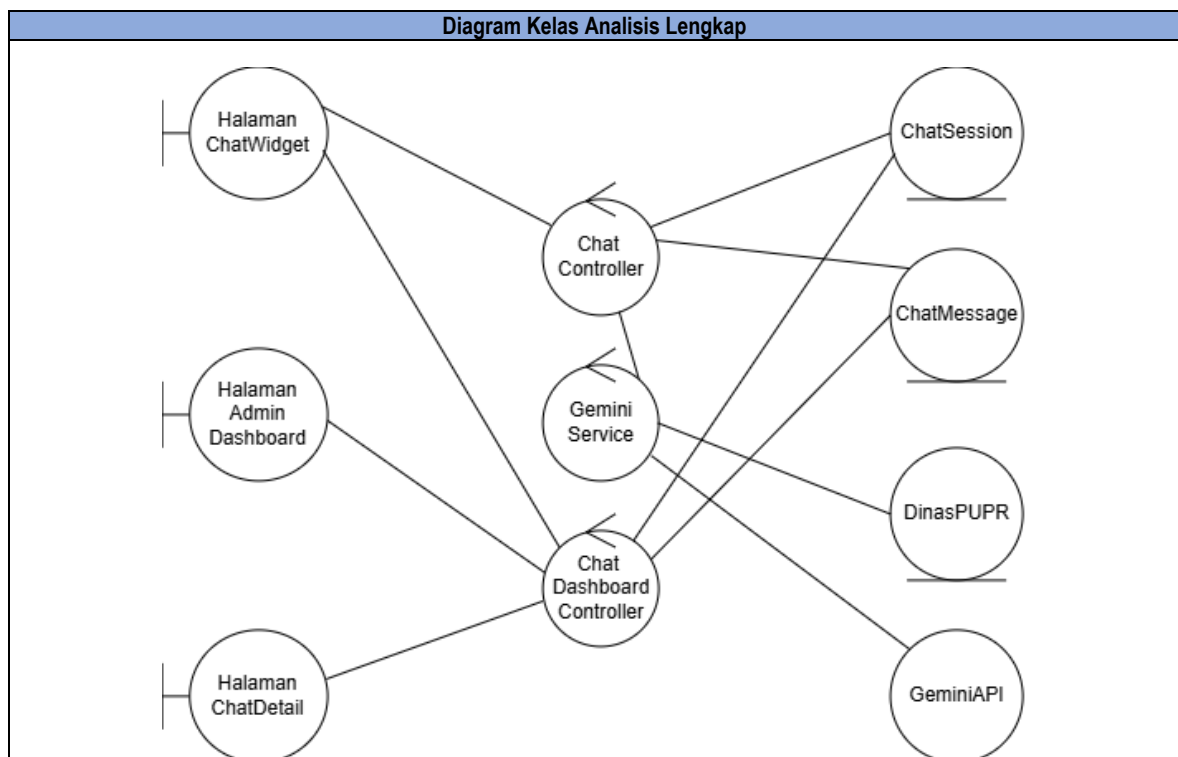
Tabel 4. 28 Diagram Kelas UC-06



- Boundary ChatDetailPage: Menerima aksi admin menekan tombol "Tutup Sesi"; menampilkan pesan "sesi percakapan tidak ditemukan" jika ID sesi tidak valid (alt), atau pesan "sesi berhasil ditutup" jika proses penutupan berhasil.
- Boundary ChatWidget: Menampilkan pesan penutup sesi kepada pengguna (masyarakat) pada layar chat, menandakan percakapan telah resmi berakhir.
- Controller ChatDashboardController: Mengelola permintaan penutupan sesi dari ChatDetailPage mencari data sesi percakapan berdasarkan ID melalui ChatSession, memerintahkan perubahan status sesi menjadi *closed*, kemudian memerintahkan ChatMessage menyimpan pesan penutup otomatis sebagai riwayat percakapan.
- Entity ChatSession: Mencari dan mengembalikan data sesi percakapan berdasarkan ID; mengubah dan mengembalikan status sesi terbaru menjadi *closed*.
- Entity ChatMessage: Menyimpan pesan penutup otomatis sebagai riwayat percakapan ke basis data dan mengembalikan data pesan tersimpan kepada ChatDashboardController.

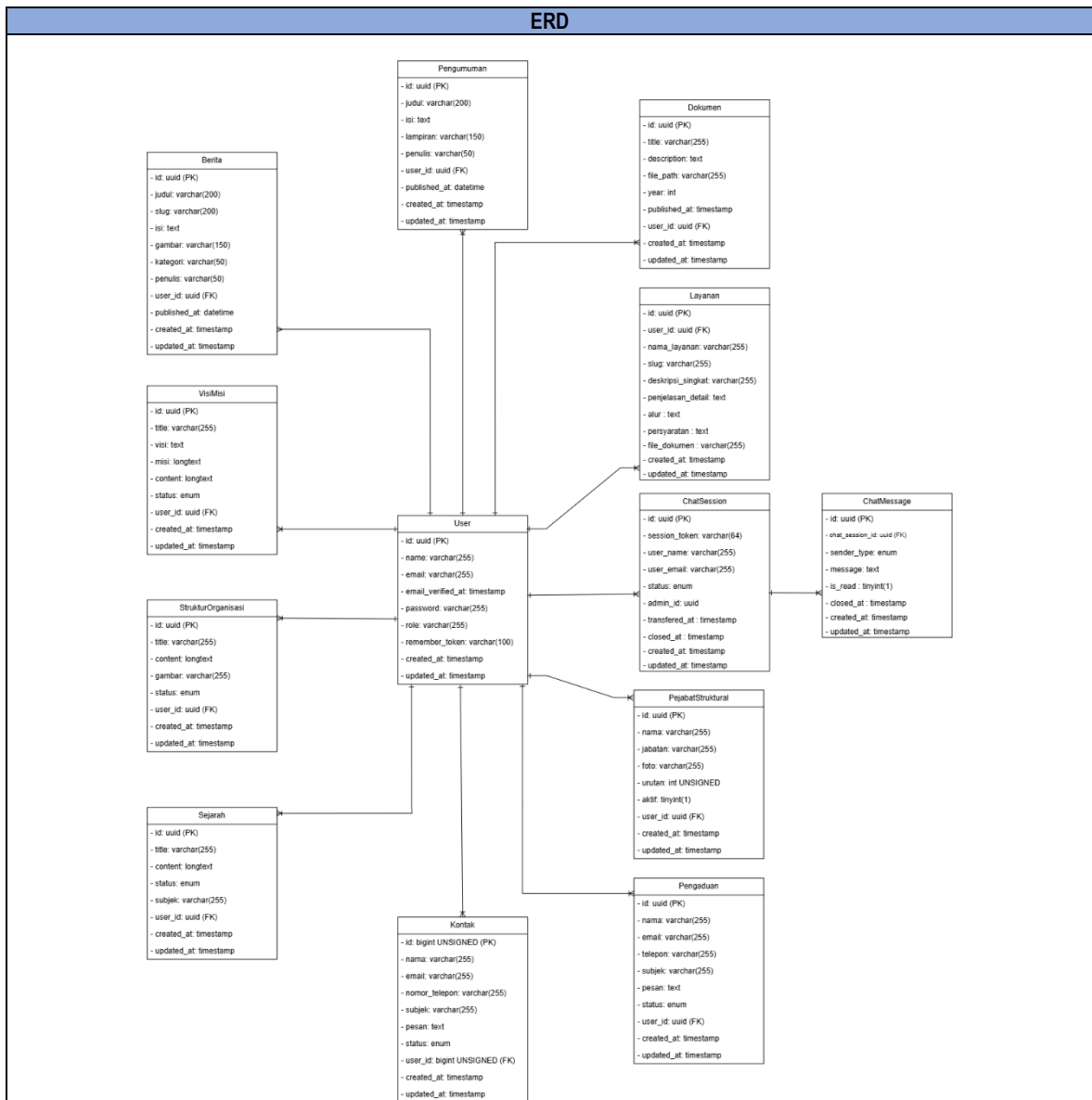
### 4.3.6 Diagram Kelas Analisis Lengkap

Tabel 4. 29 Diagram Kelas Analisis Lengkap



### 4.3.7 Entity Relationship Diagram

Tabel 4. 30 Entity Relationship Diagram



Perancangan basis data pada penelitian ini direpresentasikan dalam bentuk Entity Relationship Diagram (ERD) sebagai dasar untuk mengidentifikasi kebutuhan data dalam sistem. ERD digunakan untuk menggambarkan entitas, atribut, kunci utama (primary key), serta hubungan antar entitas yang digunakan pada modul live chat hybrid dengan integrasi Chatbot Gemini AI pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut.

Struktur data pada sistem ini terdiri atas entitas User, ChatSession, ChatMessage, Berita, Pengumuman, Dokumen, Layanan, Pengaduan, Kontak, VisiMisi, Sejarah, StrukturOrganisasi, dan PejabatStruktural. Setiap entitas memiliki atribut yang merepresentasikan data yang disimpan dan dilengkapi dengan Primary Key (PK) sebagai identitas unik untuk membedakan setiap data. Hubungan antar entitas pada sistem ini menggunakan kardinalitas One to Many (1:N) yang disesuaikan dengan kebutuhan proses bisnis aplikasi. Gambar/tabel berikut menunjukkan hasil pemodelan data yang divisualisasikan dalam bentuk ERD.

| No | Entitas 1 | Entitas 2   | Jenis Relasi | Kardinalitas      | Penjelasan                                                                     |
|----|-----------|-------------|--------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | User      | ChatSession | Menangani    | One to Many (1:N) | Satu admin dapat menangani banyak sesi percakapan yang dialihkan dari chatbot. |

|    |             |                    |           |                   |                                                                                              |
|----|-------------|--------------------|-----------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2  | ChatSession | ChatMessage        | Memiliki  | One to Many (1:N) | Satu sesi percakapan dapat memiliki banyak pesan, baik dari pengguna, chatbot, maupun admin. |
| 3  | User        | Berita             | Mengelola | One to Many (1:N) | Satu admin dapat membuat dan mengelola banyak berita.                                        |
| 4  | User        | Pengumuman         | Mengelola | One to Many (1:N) | Satu admin dapat membuat dan mengelola banyak pengumuman.                                    |
| 5  | User        | Dokumen            | Mengelola | One to Many (1:N) | Satu admin dapat mengunggah dan mengelola banyak dokumen publik.                             |
| 6  | User        | Layanan            | Mengelola | One to Many (1:N) | Satu admin dapat membuat dan mengelola banyak data layanan dinas.                            |
| 7  | User        | Pengaduan          | Mengelola | One to Many (1:N) | Satu admin dapat menerima dan menindaklanjuti banyak pengaduan masyarakat.                   |
| 8  | User        | Kontak             | Mengelola | One to Many (1:N) | Satu admin dapat menerima dan mengelola banyak pesan kontak dari masyarakat.                 |
| 9  | User        | VisiMisi           | Mengelola | One to Many (1:N) | Satu admin dapat mengelola konten visi dan misi dinas.                                       |
| 10 | User        | Sejarah            | Mengelola | One to Many (1:N) | Satu admin dapat mengelola konten sejarah dinas.                                             |
| 11 | User        | StrukturOrganisasi | Mengelola | One to Many (1:N) | Satu admin dapat mengelola konten struktur organisasi dinas.                                 |
| 12 | User        | PejabatStruktural  | Mengelola | One to Many (1:N) | Satu admin dapat menambah dan mengelola banyak data pejabat struktural.                      |

#### 4.4 Perancangan Antarmuka

Perancangan antarmuka bertujuan untuk menggambarkan tampilan sistem yang digunakan oleh Masyarakat dan Admin Dinas PUPR Kabupaten Garut, disusun berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan skenario use case pada subbab sebelumnya. Berikut rincian perancangan antarmuka yang dibangun pada penelitian ini.

Tabel 4. 31 Halaman Beranda Website dengan Ikon Live Chat

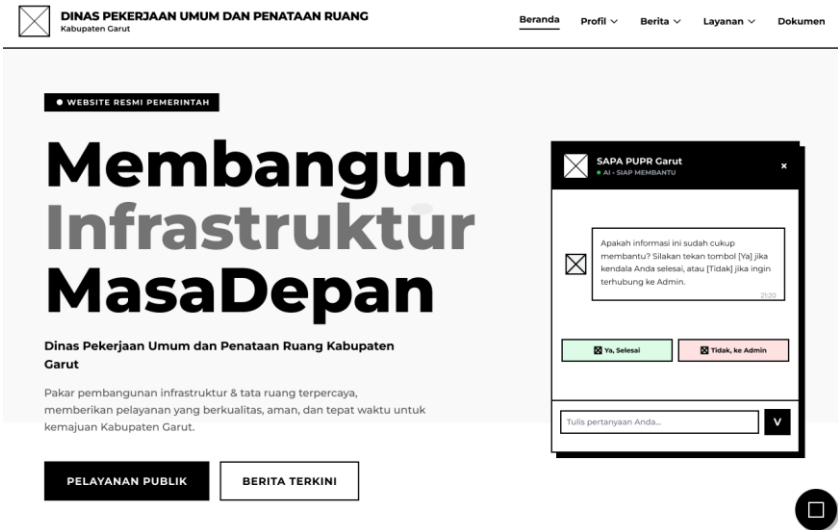
| Halaman Beranda Website dengan Ikon Live Chat                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |
| Deskripsi                                                                            |

The screenshot displays the official website of the Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Garut. The main banner promotes infrastructure development. A live chat widget is overlaid on the right side, titled 'SAPA PUPR Garut'. This widget contains a chat icon, a title, a subtitle 'AI - Siap membantu', and a 'Mulai Percakapan' button. Below the button is a form with two fields: 'NAMA LENGKAP' (with the example 'Contoh: Budi Santoso') and 'ALAMAT EMAIL' (with the example 'Contoh: budi@gmail.com'). At the bottom of the widget is a 'MULAI CHAT' button. The background of the website is white with black text and a blue header.

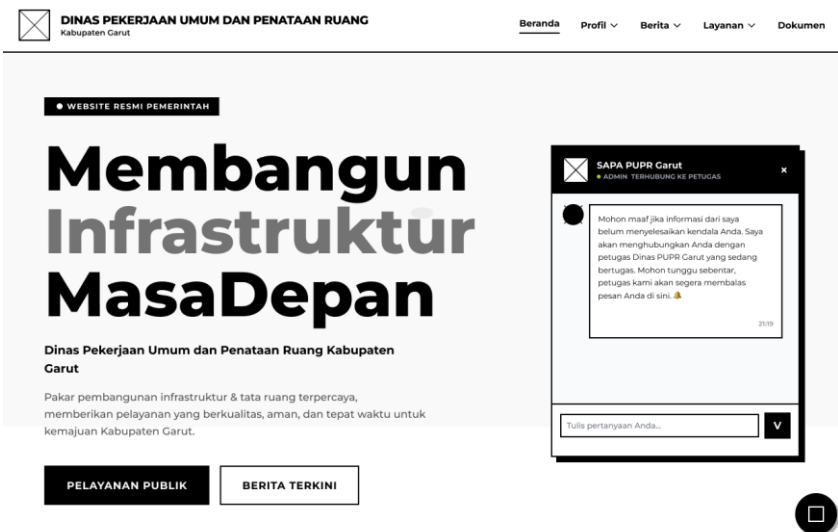
[illegible]

Halaman ini menampilkan jendela percakapan antara pengguna dengan Chatbot "SAPA PUPR Garut" setelah identitas berhasil diisi. Pesan yang dikirimkan pengguna dan jawaban dari chatbot ditampilkan secara real-time dalam satu kolom percakapan tanpa perlu memuat ulang halaman, memanfaatkan komunikasi berbasis WebSocket melalui Laravel Reverb.

Tabel 4. 34 Verifikasi Jawaban Chatbot

| Verifikasi Jawaban Chatbot                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p><b>Deskripsi</b></p> <p>Halaman ini menampilkan pilihan verifikasi berupa tombol [Ya, Selesai] dan [Tidak, ke Admin] yang muncul setelah chatbot memberikan jawaban. Fitur ini berfungsi untuk mengonfirmasi apakah jawaban yang diberikan sudah cukup membantu pengguna. Apabila pengguna memilih "Tidak", percakapan akan dilanjutkan pada kolom yang sama tanpa perlu mengulang pertanyaan.</p> |

Tabel 4. 35 Handover ke Admin

| Handover ke Admin                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |
| <p><b>Deskripsi</b></p>                                                              |

## Dashboard Admin Ringkasan Percakapan

☒ Admin Panel  
PUPR Garut

---

☒ Pengumuman

☒ Dokumen

PROFIL

☒ Sejarah

☒ Visi & Misi

☒ Struktur Organisasi

☒ Pejabat Struktural

LAYANAN

☒ Layanan Publik

☒ Pengaduan

☒ Kontak

☒ Live Chat SAPA

### Dashboard

Selamat datang di Admin Panel

Administrator Dinas PUPR  
mochzuhdi04@gmail.com

Logout

☒ **SAPA CHAT DASHBOARD**

● Real-time aktif

TOTAL SESI  
**8**

MODE BOT  
**4**

BUTUH ADMIN •  
**2**

SELESAI  
**2**

BELUM DIBACA  
**2**

Semua

• Butuh Admin

☒ Mode Bot

☒ Selesai

| PENGUNJA                                                                                                                                                  | STATUS                                                                                        | PESAN TERAKHIR                               | WAKTU                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>Rayhan</b><br><small>m.zuhdi.m.n.04@gmail.com</small>                                                                                                  | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; font-size: x-small;">Butuh Admin</div> | Selamat datang di layanan ""SAPA PUPR Garut" | 24 menit yang lalu<br>Transfer:<br>21:22 |
| <b>maman</b> <span style="font-size: x-small; background-color: black; color: white; padding: 0 2px;">New</span><br><small>maman@gmail.com</small>        | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; font-size: x-small;">Selesai</div>     | Selamat datang di layanan ""SAPA PUPR Garut" | 2 jam yang lalu                          |
| <b>Ambara</b> <span style="font-size: x-small; background-color: black; color: white; padding: 0 2px;">Like</span><br><small>ambara@gmail.com</small>     | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; font-size: x-small;">Bot AI</div>      | Selamat datang di layanan ""SAPA PUPR Garut" | 4 jam yang lalu                          |
| <b>Zuhdi</b> <span style="font-size: x-small; background-color: black; color: white; padding: 0 2px;">Like</span><br><small>mochzuhdi04@gmail.com</small> | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; font-size: x-small;">Selesai</div>     | Selamat datang di layanan ""SAPA PUPR Garut" | 19 jam yang lalu                         |

# Halaman Riwayat dan Filter Percakapan

☒ Admin Panel  
PUPR Garut

**PROFIL**

☒ Pengumuman  
☒ Dokumen  
  
☒ Sejarah  
☒ Visi & Misi  
☒ Struktur Organisasi  
☒ Pejabat Struktural  
  

**LAYANAN**

☒ Layanan Publik  
☒ Pengaduan  
☒ Kontak  
☒ Live Chat SAPA

**Dashboard**  
 Selamat datang di Admin Panel

Administrator Dinas PUPR   
mochzuhdi04@gmail.com

Logout

☒ **SAPA CHAT DASHBOARD**  
 Monitor & tangani sesi Live Chat Hybrid secara real-time

● Real-time aktif

TOTAL SESI  
**8**

MODE BOT  
**4**

BUTUH ADMIN •  
**2**

SELESAI  
**2**

BELUM DIBACA  
**2**

Semua

Butuh Admin

☒ Mode Bot

☒ Selesai

| PENGUNA                                                                                                                                                 | STATUS                                                                                                    | PESAN TERAKHIR                              | WAKTU                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Rayhan</b><br><small>m.zuhdi.m.n.04@gmail.com</small>                                                                                                | <div style="background-color: black; color: white; padding: 2px 5px; font-size: small;">Butuh Admin</div> | Selamat datang di layanan "SAPA PUPR Garut" | 24 menit yang lalu<br>Transfer: 21:22<br><div style="background-color: black; color: white; padding: 2px 5px; float: right; font-size: x-small;">Balas</div> |
| <b>maman</b> <span style="background-color: red; color: white; padding: 0 2px; font-size: x-small;">baru</span><br><small>maman@gmail.com</small>       | <div style="background-color: green; color: white; padding: 2px 5px; font-size: small;">Selesai</div>     | Selamat datang di layanan "SAPA PUPR Garut" | 2 jam yang lalu<br><div style="background-color: black; color: white; padding: 2px 5px; float: right; font-size: x-small;">Lihat</div>                       |
| <b>Ambara</b> <span style="background-color: red; color: white; padding: 0 2px; font-size: x-small;">baru</span><br><small>ambara@gmail.com</small>     | <div style="background-color: black; color: white; padding: 2px 5px; font-size: small;">Bot AI</div>      | Selamat datang di layanan "SAPA PUPR Garut" | 4 jam yang lalu<br><div style="background-color: black; color: white; padding: 2px 5px; float: right; font-size: x-small;">Lihat</div>                       |
| <b>Zuhdi</b> <span style="background-color: red; color: white; padding: 0 2px; font-size: x-small;">baru</span><br><small>mochzuhdi04@gmail.com</small> | <div style="background-color: green; color: white; padding: 2px 5px; font-size: small;">Selesai</div>     | Selamat datang di layanan "SAPA PUPR Garut" | 19 jam yang lalu<br><div style="background-color: black; color: white; padding: 2px 5px; float: right; font-size: x-small;">Lihat</div>                      |

Halaman ini menampilkan daftar seluruh percakapan yang masuk ke sistem beserta status masing-masing (Semua, Butuh Admin, Mode Bot, Selesai). Admin dapat menyaring daftar percakapan berdasarkan status maupun mencari percakapan tertentu, sehingga mempermudah admin menemukan percakapan yang perlu segera ditangani.

Tabel 4. 38 Halaman Detail Percakapan dan Balas Pesan

| Halaman Detail Percakapan dan Balas Pesan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div> <input checked="" type="checkbox"/> Admin Panel<br/>PUPR Garut         </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Pengumuman<br/> <input checked="" type="checkbox"/> Dokumen<br/>           PROFIL<br/> <input checked="" type="checkbox"/> Sejarah<br/> <input checked="" type="checkbox"/> Visi &amp; Misi<br/> <input checked="" type="checkbox"/> Struktur Organisasi<br/> <input checked="" type="checkbox"/> Pejabat Struktural<br/>           LAYANAN<br/> <input checked="" type="checkbox"/> Layanan Publik<br/> <input checked="" type="checkbox"/> Pengaduan<br/> <input checked="" type="checkbox"/> Kontak<br/> <input checked="" type="checkbox"/> Live Chat SAPA         </div> | <div> <b>Dashboard</b><br/>           Selamat datang di Admin Panel         </div> <div>           Administrator Dinas PUPR <input checked="" type="checkbox"/> Logout<br/>           mochuahdi04@gmail.com         </div> <div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Sesi Chat #919f4b5a... — Zuhdi<br/> <input checked="" type="checkbox"/> dengan Admin Dimulai 10 Jul 2026, 16:27 · Transfer: 16:28           </div> <div>Tutup Sesi</div> <div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Zuhdi<br/>           mochuahdi04@gmail.com           </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Selamat datang di layanan **SAPA PUPR Garut**, **Zuhdi**! 🌟<br/>           Saya siap membantu Anda dengan informasi seputar Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Garut. Silakan sampaikan pertanyaan atau kebutuhan Anda.<br/>           16:27 - 16:28           </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> ada layanan apakah saja?           </div> <div> <input type="text" value="halo saya dengan absar sebagai admin dinas pupr"/> <input type="button" value="Kirim Balasan"/> </div> </div> </div> |
| Deskripsi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>Halaman ini menampilkan riwayat percakapan secara lengkap antara pengguna, chatbot, dan admin dalam satu sesi. Admin dapat membaca seluruh riwayat pesan serta mengirimkan balasan kepada pengguna melalui kolom input yang tersedia, dengan pesan balasan tampil secara langsung tanpa perlu memuat ulang halaman.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Tabel 4. 39 Konfirmasi Mengakhiri Sesi Percakapan

| Konfirmasi Mengakhiri Sesi Percakapan |
|---------------------------------------|
|                                       |

| Deskripsi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Halaman ini menampilkan kotak dialog konfirmasi yang muncul ketika admin menekan tombol "Tutup Sesi". Sistem meminta persetujuan admin sebelum mengakhiri sesi percakapan secara permanen, guna mencegah sesi tertutup secara tidak sengaja. Setelah dikonfirmasi, status percakapan akan berubah menjadi "Selesai" dan riwayatnya tetap dapat ditelusuri kembali. |

## **BAB 5**

### **IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN**

#### **5.1 Kontruksi Perangkat Lunak**

Konstruksi perangkat lunak merupakan tahap realisasi rancangan sistem menjadi kode program yang dapat dieksekusi, mencakup serangkaian proses penulisan kode, verifikasi logika, pengujian komponen, dan penelusuran kesalahan. Pada penelitian ini, konstruksi dilakukan untuk membangun modul *live chat hybrid* dengan integrasi Chatbot Gemini AI pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut berbasis Laravel 12. Modul ini dibangun sebagai fitur tambahan yang terintegrasi langsung pada website yang telah ada, dengan memanfaatkan MySQL sebagai basis data, Google Gemini API sebagai mesin penghasil respons otomatis, serta Laravel Reverb sebagai media komunikasi *real-time* berbasis WebSocket antara masyarakat, chatbot, dan admin dalam satu kanal percakapan.

##### **5.1.1 Prinsip Dasar Kontruksi**

Prinsip dasar konstruksi menjelaskan landasan-landasan yang diterapkan dalam proses pembangunan modul *live chat hybrid* pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut. Prinsip-prinsip ini memastikan modul dibangun secara terstruktur, dapat dipelihara, dan sesuai dengan arsitektur yang telah dirancang pada Bab 4.

#### **1. Meminimalkan Kompleksitas**

Modul dibangun dengan mengikuti pola arsitektur berlapis (MVC) yang sudah diterapkan pada sistem utama, sehingga logika modul *live chat* tidak bercampur dengan logika modul lain seperti berita, pengumuman, atau layanan. Sisi pengguna publik ditangani sepenuhnya oleh ChatController, sedangkan sisi pengelolaan admin ditangani oleh ChatDashboardController yang terpisah. Pemisahan ini memastikan perubahan pada alur percakapan masyarakat tidak berdampak langsung pada alur pengelolaan dashboard admin, sehingga kompleksitas sistem tetap terkendali meskipun terdapat penambahan fitur di kemudian hari.

#### **2. Mengantisipasi Perubahan**

Logika yang berpotensi berubah dienkapsulasi pada lapisan yang tepat. Seluruh proses pembentukan *context prompt* dan pemanggilan Gemini API dikelola di dalam satu method khusus pada ChatController, sehingga apabila terjadi perubahan struktur prompt, sumber data referensi, atau

penggantian model AI di masa mendatang, perubahan cukup dilakukan pada satu berkas tanpa memengaruhi alur pengiriman maupun penyimpanan pesan. Model ChatSession menyimpan atribut status (bot, human, closed) sebagai satu-satunya penentu alur pemrosesan pesan, sehingga penambahan status baru pada mekanisme *handover* tidak memerlukan perubahan pada struktur tabel maupun pada komponen *broadcasting*.

### 3. Membangun untuk Kemudahan Verifikasi

Setiap endpoint yang menerima data dari pengguna publik maupun admin, seperti pengiriman pesan, verifikasi jawaban, dan balasan admin, dilindungi oleh validasi input eksplisit sebelum diproses lebih lanjut ke basis data maupun ke Gemini API. Seluruh rute dashboard admin dikelompokkan dalam middleware auth dan admin sehingga dapat diuji secara terisolasi menggunakan akun dengan hak akses tertentu. Tabel chat\_sessions dan chat\_messages memiliki kolom status, session\_token, dan sender\_type yang dapat diinspeksi secara langsung untuk memverifikasi perilaku sesi, riwayat pesan, dan proses *handover* selama pengujian berlangsung.

### 4. Standar Penulisan Kode

Penulisan kode backend mengikuti konvensi Laravel dan standar PSR-12 untuk PHP. Nama kelas menggunakan PascalCase seperti ChatController dan ChatDashboardController, nama method menggunakan camelCase seperti sendMessage dan transferToAdmin, serta nama tabel basis data menggunakan snake\_case seperti chat\_sessions dan chat\_messages. Penulisan kode pada sisi antarmuka mengikuti struktur Blade Template Laravel, di mana berkas tampilan widget dan dashboard chat dipisahkan dari berkas tampilan halaman publik lainnya, dengan penamaan berkas menggunakan format snake\_case seperti chat\_widget.blade.php dan chat\_dashboard.blade.php.

#### 5.1.2 Pengelolaan Kontruksi

Pengelolaan konstruksi menggambarkan bagaimana proses pembangunan modul diatur secara terstruktur dan bertahap. Pembangunan modul *live chat hybrid* dibagi menjadi 6 fase implementasi berdasarkan prioritas fungsional dan ketergantungan antar komponen, dimulai dari fondasi basis data hingga pengintegrasian komunikasi *real-time* dan mekanisme keamanan.

Tabel 5. 1 Pengelolaan Kontruksi

| Fase | Modul                       | Fungsi yang diimplementasikan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Berkas Utama                                                                                                       |
|------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Basis Data & Model          | Migrasi tabel chat_sessions dan chat_messages, Model ChatSession (UUID sebagai primary key melalui HasUuids, method generateToken(), transferToHuman(), close(), isActive(), scope active dan needsAdmin) dan ChatMessage beserta relasi HasMany/BelongsTo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | app/Models/ChatSession.php, app/Models/ChatMessage.php, database/migrations/*                                      |
| 2    | Widget Live Chat            | Endpoint POST /chat/start untuk inialisasi sesi baru dan pesan sambutan, POST /chat/message untuk pengiriman pesan, GET /chat/session/{token} untuk memuat ulang riwayat sesi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ChatController.php                                                                                                 |
| 3    | Integrasi Chatbot Gemini AI | System prompt identitas "SAPA PUPR Garut" ditanam sebagai property pada kelas GeminiService, pengambilan konteks dari 7 sumber data (Sejarah, VisiMisi, StrukturOrganisasi, PejabatStruktural, Layanan, Berita, Pengumuman) melalui fetchRelevantContext(), penyusunan riwayat percakapan (maks. 6 pesan terakhir) melalui buildContents(), pemanggilan gemini-2.5-flash via Http::post(), serta penanganan fallback saat API gagal merespons. Seluruh logika ini dienkapsulasi dalam kelas GeminiService yang di-inject ke ChatController melalui constructor, sehingga ChatController hanya bertugas memanggil method generateReply() tanpa perlu mengetahui detail implementasi AI. | app/Services/GeminiService.php, app/Http/Controllers/ChatController.php                                            |
| 4    | Mekanisme Handover          | Endpoint POST /chat/verify untuk menangani pilihan [Ya]/[Tidak], perubahan status sesi via transferToHuman() atau close() pada model ChatSession, serta broadcast event ChatTransferredToAdmin saat pengalihan terjadi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ChatController.php                                                                                                 |
| 5    | Komunikasi Real-Time        | Konfigurasi Laravel Reverb, definisi event MessageSent, ChatTransferredToAdmin, dan AdminReplied                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | app/Events/MessageSent.php, app/Events/ChatTransferredToAdmin.php, app/Events/AdminReplied.php                     |
| 6    | Dashboard Admin Chat        | Endpoint GET /admin/chat (daftar sesi beserta statistik total/bot/human/closed/unread), GET /admin/chat/{id} (detail sesi + tandai pesan terbaca), POST /admin/chat/{id}/reply (balasan admin + broadcast AdminReplied), PUT /admin/chat/{id}/close (penutupan sesi), GET /admin/chat/api/active (polling notifikasi)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ChatDashboardController.php, resources/views/admin/chat/index.blade.php, resources/views/admin/chat/show.blade.php |

### 5.1.3 Pertimbangan Praktis

Proses konstruksi Modul Live Chat Hybrid dengan Chatbot Gemini AI pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut didasarkan pada sejumlah pertimbangan praktis yang muncul dari kondisi nyata pelayanan informasi di lingkungan instansi pemerintah daerah. Pertimbangan ini bukan bersifat teoritis, melainkan langsung memengaruhi keputusan arsitektur dan implementasi kode yang dipilih.

1. Ketersediaan petugas pelayanan yang terbatas serta pola pertanyaan masyarakat yang sebagian besar bersifat berulang mendorong keputusan untuk membedakan penanganan percakapan menjadi dua tahap, yaitu tahap otomatis dan tahap manusia. Selama tahap otomatis berlangsung, seluruh pertanyaan pengguna dijawab langsung oleh chatbot Gemini AI, sehingga petugas tidak perlu terlibat untuk pertanyaan umum yang berulang. Petugas baru dilibatkan ketika pengguna secara eksplisit menyatakan belum terbantu melalui tombol verifikasi, yang kemudian mengalihkan percakapan tersebut kepada admin dinas.
2. Karena chatbot hanya diperkenankan menjawab seputar Dinas PUPR Garut serta harus menghindari jawaban yang mengarang informasi, identitas dan batasan perilaku chatbot ditetapkan secara tetap sejak awal sebagai instruksi dasar yang selalu disertakan pada setiap permintaan ke Gemini AI. Pendekatan ini dipilih agar aturan ketat seperti larangan memberikan opini pribadi, larangan membahas topik di luar dinas pupr, dan kewajiban menjawab jujur ketika data tidak tersedia tidak dapat berubah sewaktu-waktu tanpa melalui proses pembaruan sistem secara resmi.
3. Konten dinamis milik instansi tersebar pada berbagai jenis informasi yang berbeda, seperti sejarah, visi misi, struktur organisasi, daftar pejabat, layanan, berita, dan pengumuman. Agar chatbot dapat menjawab berdasarkan data terkini tanpa perlu pelatihan ulang model, seluruh informasi tersebut dirangkum terlebih dahulu menjadi satu konteks bacaan yang disertakan pada setiap permintaan ke Gemini AI. Dengan cara ini, pembaruan berita atau layanan baru yang dilakukan admin melalui dashboard akan langsung tercermin pada jawaban chatbot tanpa memerlukan perubahan apa pun pada sistem.
4. Komunikasi dua arah secara langsung antara pengguna, chatbot, dan admin diwujudkan melalui teknologi komunikasi real-time berbasis WebSocket, yang disiarkan secara terpisah untuk setiap sesi percakapan maupun untuk notifikasi umum kepada admin yang sedang bertugas. Dengan mekanisme ini, admin yang sedang membuka dashboard menerima notifikasi pengalihan percakapan secara langsung tanpa perlu memuat ulang halaman secara manual, sementara setiap sesi percakapan tetap terisolasi karena hanya dapat diikuti melalui kode sesi acak yang unik bagi masing-masing pengguna.

### 5.1.4 Teknologi Kontruksi

Tabel berikut menyajikan seluruh teknologi yang digunakan dalam konstruksi Modul Live Chat Hybrid dengan Chatbot Gemini AI pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut, baik pada sisi backend server maupun sisi antarmuka pengguna berbasis web.

Tabel 5. 2 Teknologi Kontruksi

| No | Teknologi             | Versi     | Fungsi dalam Sistem                                                                                                          |
|----|-----------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | PHP                   | ^8.2      | Bahasa pemrograman utama pengembangan aplikasi server                                                                        |
| 2  | Laravel               | ^12.0     | Kerangka kerja (framework) utama berbasis arsitektur MVC untuk membangun routing, controller, model, dan tampilan sistem     |
| 3  | Laravel Reverb        | ^1.10     | Menyediakan komunikasi dua arah secara langsung (real-time) berbasis WebSocket untuk fitur live chat dan notifikasi admin    |
| 4  | Laravel Echo          | ^2.3      | Menghubungkan sisi antarmuka pengguna (browser) dengan kanal WebSocket yang disiarkan oleh Laravel Reverb                    |
| 5  | Pusher JS             | ^8.5      | Pustaka klien protokol WebSocket yang digunakan Laravel Echo untuk berlangganan kanal siaran                                 |
| 6  | MySQL                 | 8.x       | Sistem manajemen basis data relasional untuk penyimpanan data permanen, termasuk riwayat sesi dan pesan percakapan           |
| 7  | Gemini AI             | 2.5 Flash | Layanan kecerdasan buatan generatif dari Google yang menghasilkan respons otomatis chatbot berdasarkan konteks data instansi |
| 8  | Blade Template Engine | 12        | Membangun tampilan antarmuka pengguna publik dan dashboard admin secara terstruktur                                          |
| 9  | Tailwind CSS          | ^3.4      | Kerangka kerja CSS berbasis utility class untuk menyusun tampilan responsif widget live chat dan dashboard                   |
| 10 | Vite                  | ^5.0      | Alat pengemasan (bundler) aset frontend seperti CSS dan JavaScript agar dimuat secara efisien                                |
| 11 | Axios                 | ^1.6      | Melakukan komunikasi permintaan HTTP asinkron dari sisi antarmuka pengguna ke server                                         |

### 5.1.5 Perangkat Bantu Konstruksi

Tabel berikut mencantumkan seluruh perangkat bantu yang digunakan selama proses konstruksi Modul Live Chat Hybrid dengan Chatbot Gemini AI pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut, meliputi lingkungan pengembangan, alat pengujian, dan sistem pengelolaan versi.

Tabel 5. 3 Perangkat Bantu Kontruksi

| No | Perangkat          | Jenis           | Fungsi dalam Pengembangan                                                                   |
|----|--------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Visual Studio Code | Editor Kode     | Penulisan dan pengeditan kode PHP, Blade, serta JavaScript dengan dukungan ekstensi Laravel |
| 2  | Composer           | Package Manager | Mengelola dependensi PHP/Laravel melalui berkas composer.json                               |

|   |                            |                         |                                                                                                                           |
|---|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | Node Package Manager (NPM) | Package Manager         | Mengelola dependensi frontend seperti Tailwind CSS, Vite, dan Laravel Echo melalui berkas package.json                    |
| 4 | Laragon                    | Lingkungan Server Lokal | Menjalankan PHP 8.x dan MySQL 8.x secara lokal selama proses pengembangan                                                 |
| 5 | Artisan CLI                | Command Line Interface  | Menjalankan migrasi basis data, membuat berkas model/controller, serta menjalankan server pengembangan Laravel            |
| 6 | Git                        | Sistem Kontrol Versi    | Melacak seluruh perubahan kode dengan alur kerja berbasis branch                                                          |
| 7 | GitHub                     | Repositori Jarak Jauh   | Menyimpan dan mengelola repositori kode sistem secara terpusat                                                            |
| 8 | Postman                    | Alat Uji API            | Menguji endpoint live chat seperti pengiriman pesan dan verifikasi sesi secara manual sebelum diintegrasikan ke antarmuka |
| 9 | Google AI Studio           | Alat Uji Layanan AI     | Menguji dan menyusun format permintaan ke Gemini API sebelum diimplementasikan pada kode backend                          |

### 5.1.6 Detail Kontruksi Sistem

Konstruksi Modul Live Chat Hybrid dengan Chatbot Gemini AI dibagi ke dalam dua sisi utama yang bekerja secara terintegrasi: sisi backend berbasis Laravel 12 yang menangani logika sesi chat, penyimpanan pesan, dan komunikasi ke Gemini API, serta sisi frontend berbasis Blade dan JavaScript yang menampilkan widget chat publik dan dashboard admin, dengan Laravel Reverb sebagai jembatan komunikasi real-time berbasis WebSocket di antara keduanya.

#### 5.1.6.1 Struktur Folder dan Berkas

Seluruh berkas sistem diorganisasi dalam struktur direktori sesuai konvensi framework Laravel, dengan pemisahan yang jelas antara Model, Controller, Event (broadcasting), dan View.

Tabel 5. 4 Struktur Folder dan Berkas

| No | Kategori           | Jalur/Nama Berkas                       | Deskripsi                                                                                                                                                                                                                          |
|----|--------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Model Backend      | app/Models/ChatSession.php              | Menyimpan data satu sesi percakapan, meliputi token unik pengunjung, nama dan email, status percakapan (ditangani bot, ditangani admin, atau sudah selesai), admin yang menangani, serta waktu pengalihan dan waktu penutupan sesi |
| 2  | Model Backend      | app/Models/ChatMessage.php              | Menyimpan setiap pesan yang dikirim dalam suatu sesi percakapan, meliputi asal pengirim (pengunjung, bot, atau admin), isi pesan, dan status apakah pesan sudah dibaca                                                             |
| 3  | Controller Backend | app/Http/Controllers/ChatController.php | Mengatur seluruh alur percakapan di sisi pengunjung website: memulai sesi baru, memproses pesan yang dikirim, menanyakan kepuasan pengunjung, serta                                                                                |

|    |                    |                                                  |                                                                                                                                                                                                                             |
|----|--------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                    |                                                  | menyusun dan mengirimkan pertanyaan ke Gemini AI beserta data pendukung dari instansi                                                                                                                                       |
| 4  | Controller Backend | app/Http/Controllers/ChatDashboardController.php | Mengatur seluruh alur kerja admin: menampilkan daftar percakapan yang masuk, membuka detail satu percakapan, mengirim balasan, menutup sesi, serta menyediakan pembaruan otomatis daftar percakapan yang menunggu ditangani |
| 5  | Event Broadcasting | app/Events/MessageSent.php                       | Mengirimkan pesan baru (dari pengunjung maupun bot) secara langsung ke layar pengunjung dan admin tanpa perlu memuat ulang halaman                                                                                          |
| 6  | Event Broadcasting | app/Events/AdminReplied.php                      | Mengirimkan balasan admin secara langsung ke layar pengunjung saat admin selesai mengetik dan mengirim jawaban                                                                                                              |
| 7  | Event Broadcasting | app/Events/ChatTransferredToAdmin.php            | Memberi tahu seluruh admin yang sedang aktif secara langsung ketika ada percakapan yang perlu ditangani oleh manusia                                                                                                        |
| 8  | View Publik        | resources/views/partials/chatbot.blade.php       | Kotak percakapan mengambang yang muncul di seluruh halaman website, berisi formulir awal, tampilan gelembung pesan, dan seluruh interaksi pengunjung dengan bot maupun admin                                                |
| 9  | View Admin         | resources/views/admin/chat/index.blade.php       | Halaman ringkasan bagi admin yang menampilkan seluruh sesi percakapan beserta jumlah yang masih ditangani bot, sedang ditangani admin, sudah selesai, dan belum dibaca                                                      |
| 10 | View Admin         | resources/views/admin/chat/show.blade.php        | Halaman rincian satu sesi percakapan lengkap dengan riwayat pesan dan kolom untuk admin mengetik balasan                                                                                                                    |

### 5.1.6.2 Daftar Fungsi

Berikut adalah penjelasan detail fungsi-fungsi yang terdapat pada setiap berkas utama Modul Live Chat Hybrid dengan Chatbot Gemini AI.

#### 1. Pengelolaan Sesi Chat

Tabel 5. 5 Daftar Fungsi Pengelolaan Sesi Chat

| No | Nama Fungsi/Method              | Jenis      | Deskripsi                                                                                                                       |
|----|---------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | ChatController::startSession()  | Controller | Membuat sesi chat baru, menyimpan pesan sambutan bot, dan langsung memproses pesan pertama user jika ada                        |
| 2  | ChatController::createSession() | Controller | Menyimpan data sesi baru dengan status awal ditangani oleh bot dan tanda pengenal unik yang tidak dapat ditebak oleh pihak lain |
| 3  | ChatSession::generateToken()    | Method     | Menghasilkan token acak sepanjang 48 karakter sebagai identitas sesi yang tidak dapat ditebak                                   |

|   |                                |            |                                                                                                              |
|---|--------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | ChatController::getSession()   | Controller | Mengambil seluruh riwayat pesan suatu sesi berdasarkan token, digunakan untuk fitur <i>resume</i> percakapan |
| 5 | ChatSession::isActive()        | Method     | Memeriksa apakah status sesi masih bot atau human                                                            |
| 6 | ChatSession::transferToHuman() | Method     | Mengubah status sesi menjadi human dan mencatat waktu saat handover terjadi                                  |
| 7 | ChatSession::close()           | Method     | Mengubah status sesi menjadi closed dan mencatat waktu                                                       |
| 8 | ChatSession::unreadCount()     | Method     | Menghitung jumlah pesan dari user yang belum ditandai dibaca oleh admin                                      |

## 2. Pengiriman Pesan dan Respons Chatbot

Tabel 5. 6 Daftar Fungsi Pengiriman Pesan dan Respons Chatbot

| No | Nama Fungsi/Method                      | Jenis      | Deskripsi                                                                                                                                                               |
|----|-----------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | ChatController::sendMessage()           | Controller | Menerima pesan user pada sesi berjalan; jika status human pesan langsung disiarkan ke admin, jika status bot pesan diproses ke Gemini AI                                |
| 2  | ChatController::handleUserMessage()     | Controller | Menyimpan pertanyaan pengunjung, mengambil sepuluh pesan terakhir sebagai bahan pertimbangan jawaban, menghasilkan balasan, lalu mengirimkannya kembali secara langsung |
| 3  | ChatController::saveMessage()           | Controller | Mencatat setiap pesan yang masuk ke dalam riwayat percakapan, dengan status baca yang disesuaikan menurut asal pengirim                                                 |
| 4  | sendMessage                             | Function   | Mengirimkan pesan yang diketik pengunjung ke sistem, menampilkan gelembung pesannya di layar, dan menjadwalkan pertanyaan kepuasan setelah bot menjawab                 |
| 5  | appendBubble(senderType, message, time) | Function   | Menampilkan satu pesan (dari pengunjung, bot, atau admin) dalam bentuk gelembung percakapan pada layar                                                                  |
| 6  | formatMarkdown(text)                    | Function   | Mengonversi teks markdown sederhana (bold, newline) dari respons bot menjadi format HTML tampilan                                                                       |

## 3. Integrasi Chatbot Gemini AI

Tabel 5. 7 Daftar Fungsi Integrasi Chatbot Gemini AI

| No | Nama Fungsi/Method                      | Jenis   | Deskripsi                                                                                                                                                                      |
|----|-----------------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | GeminiService::generateReply()          | Service | Method utama yang dipanggil ChatController; mengecek ketersediaan API key, mengorkestrasi pengambilan konteks, penyusunan prompt, pemanggilan API Gemini, dan penanganan error |
| 2  | GeminiService::fetchRelevantContext()   | Service | Mengambil dan merangkum data dari 7 model (Sejarah, VisiMisi, StrukturOrganisasi, PejabatStruktural, Layanan, Berita, Pengumuman) menjadi satu blok teks konteks               |
| 3  | GeminiService::buildPromptWithContext() | Service | Menggabungkan konteks database dengan pertanyaan pengguna menjadi satu prompt lengkap                                                                                          |

|   |                                       |         |                                                                                                                            |
|---|---------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | GeminiService::buildContents()        | Service | Menyusun array contents sesuai format Gemini API, termasuk riwayat percakapan (maks. 6 pesan terakhir) dan prompt saat ini |
| 5 | GeminiService::defaultErrorResponse() | Service | Mengembalikan pesan error standar saat pemanggilan API gagal atau terjadi exception                                        |

#### 4. Verifikasi Kepuasan dan Mekanisme Handover ke Admin

Tabel 5. 8 Verifikasi Kepuasan dan Mekanisme Handover ke Admin

| No | Nama Fungsi/Method                     | Jenis      | Deskripsi                                                                                                                                           |
|----|----------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | ChatController::handleVerification()   | Controller | Menerima keputusan user (puas/tidak puas) dari tombol verifikasi                                                                                    |
| 2  | ChatController::processVerification()  | Controller | Jika user puas, sesi ditutup dengan pesan penutup; jika tidak puas, sesi di- <i>handover</i> ke admin.                                              |
| 3  | scheduleVerification(lastMsgTimestamp) | Function   | Menjadwalkan kemunculan prompt verifikasi otomatis beberapa saat setelah bot menjawab, hanya berlaku selama status sesi masih bot                   |
| 4  | showVerificationPrompt()               | Function   | Menampilkan gelembung pertanyaan "Apakah informasi ini sudah cukup membantu?" beserta tombol [Ya] / [Tidak], sekaligus memulai timer tutup-otomatis |
| 5  | handleVerify(satisfied)                | Function   | Menampilkan satu pesan (dari pengunjung, bot, atau admin) dalam bentuk gelembung percakapan pada layar                                              |
| 6  | formatMarkdown(text)                   | Function   | Mengirim keputusan verifikasi user ke endpoint dan memperbarui tampilan sesuai status hasil (closed/human)                                          |

#### 5. Dashboard dan Balasan Admin

Tabel 5. 9 Dashboard dan Balasan Admin

| No | Nama Fungsi/Method                           | Jenis      | Deskripsi                                                                                                                  |
|----|----------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | ChatDashboardController::index()             | Controller | Menampilkan daftar sesi chat dengan filter status dan ringkasan statistik (total, bot, human, closed, unread)              |
| 2  | ChatDashboardController::show()              | Controller | Menampilkan detail satu sesi dan menandai seluruh pesan user sebagai sudah dibaca                                          |
| 3  | ChatDashboardController::reply()             | Controller | Menyimpan balasan admin, meng-assign admin ke sesi jika belum ada, dan menyiarkan ke user secara real-time                 |
| 4  | ChatDashboardController::close() ()          | Controller | Menutup sesi dari sisi admin dan mengirim notifikasi penutupan sesi ke user                                                |
| 5  | ChatDashboardController::activeSessionsApi() | Controller | Endpoint API untuk polling daftar sesi yang menunggu penanganan admin (status human), digunakan untuk notifikasi dashboard |

## 6. Komunikasi Real-Time

Tabel 5. 10 Komunikasi Real-Time

| No | Nama Fungsi/Method                    | Jenis    | Deskripsi                                                                                                                                                |
|----|---------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | MessageSent::broadcastOn()            | Event    | Menentukan channel siaran chat.agar user dan admin pada sesi yang sama menerima pesan baru                                                               |
| 2  | AdminReplied::broadcastOn()           | Event    | Menyiarkan balasan admin secara khusus ke channel sesi terkait agar diterima user tanpa perlu memuat ulang halaman                                       |
| 3  | ChatTransferredToAdmin::broadcastOn() | Event    | Menyiarkan notifikasi handover agar admin yang mendapat pemberitahuan                                                                                    |
| 4  | subscribeToChannel(token)             | Function | Berlangganan channel Reverb melalui Laravel Echo dan menangani event message.sent serta admin.replied secara langsung di widget                          |
| 5  | resumeSession()                       | Function | Memuat ulang riwayat pesan dari session_token tersimpan di sessionStorage dan menyambungkan kembali langganan channel WebSocket saat widget dibuka ulang |

### 5.1.6.3 Skema Basis Data

Modul Live Chat Hybrid dengan Chatbot Gemini AI menggunakan 2 tabel basis data dengan awalan chat\_ yang saling berelasi. Kedua tabel menggunakan UUID sebagai kunci utama.

#### 1. Tabel chat\_sessions

Tabel 5. 11 Skema Basis Data Tabel chat\_sessions

| No | Kolom          | Tipe Data                    | Null | Keterangan                                                                                                  |
|----|----------------|------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Id             | UUID (CHAR 36)               | No   | Kunci utama, mengidentifikasi satu sesi percakapan                                                          |
| 2  | session_token  | VARCHAR(64)                  | No   | Token unik acak (48 karakter) sebagai identitas sesi di sisi klien (indeks UNIQUE)                          |
| 3  | user_name      | VARCHAR(255)                 | No   | Nama pengunjung yang mengisi formulir awal sebelum memulai percakapan                                       |
| 4  | user_email     | VARCHAR(255)                 | No   | Alamat email pengunjung yang mengisi formulir awal sebelum memulai percakapan                               |
| 5  | Status         | ENUM('bot','human','closed') | No   | Status penanganan sesi: bot (ditangani AI), human (dialihkan ke admin), closed (sudah selesai); default bot |
| 6  | admin_id       | UUID                         | Yes  | Foreign key → users(id) ON DELETE SET NULL; admin yang menangani sesi setelah handover                      |
| 7  | transferred_at | TIMESTAMP                    | Yes  | Waktu sesi dialihkan (handover) dari bot ke admin                                                           |
| 8  | closed_at      | TIMESTAMP                    | Yes  | Waktu sesi ditutup                                                                                          |
| 9  | created_at     | TIMESTAMP                    | Yes  | Waktu sesi dibuat                                                                                           |
| 10 | updated_at     | TIMESTAMP                    | Yes  | Waktu data sesi terakhir diperbarui                                                                         |

#### 2. Tabel chat\_messages

Tabel 5. 12 Skema Basis Data Tabel chat\_messages

| No | Kolom           | Type Data                  | Null | Keterangan                                                                        |
|----|-----------------|----------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Id              | UUID (CHAR 36)             | No   | Kunci utama, mengidentifikasi satu sesi percakapan                                |
| 2  | chat_session_id | UUID                       | No   | Foreign key → chat_sessions(id) ON DELETE CASCADE; sesi asal pesan                |
| 3  | sender_type     | ENUM('user','bot','admin') | No   | Jenis pengirim pesan: pengunjung, bot AI, atau admin                              |
| 4  | Message         | TEXT                       | No   | Isi pesan                                                                         |
| 5  | is_read         | TINYINT(1) / BOOLEAN       | No   | Menandakan apakah pesan (khususnya dari pengunjung) sudah dibaca admin; default 0 |
| 6  | created_at      | TIMESTAMP                  | Yes  | Waktu sesi dibuat                                                                 |
| 7  | updated_at      | TIMESTAMP                  | Yes  | Waktu data sesi terakhir diperbarui                                               |

### 5.1.7 Konfigurasi Routing Sistem

Route Modul Live Chat Hybrid dikelompokkan menjadi dua kelompok berdasarkan hak akses: rute publik yang dapat diakses oleh pengunjung website tanpa perlu masuk sistem (karena chat harus bisa digunakan oleh masyarakat umum), dan rute admin yang mewajibkan pengguna untuk masuk sistem terlebih dahulu serta memiliki hak akses administrator.

Tabel 5. 13 Konfigurasi Routing Sistem

| No                | Metode | URI                    | Controller@Fungsi                         | Middleware / Akses |
|-------------------|--------|------------------------|-------------------------------------------|--------------------|
| <b>Masyarakat</b> |        |                        |                                           |                    |
| 1                 | POST   | /chat/start            | ChatController@startSession               | — (publik)         |
| 2                 | POST   | /chat/message          | ChatController@sendMessage                | — (publik)         |
| 3                 | POST   | /chat/verify           | ChatController@handleVerification         | — (publik)         |
| 4                 | GET    | /chat/session/{token}  | ChatController@getSession                 | — (publik)         |
| <b>Admin</b>      |        |                        |                                           |                    |
| 5                 | GET    | /admin/chat            | ChatDashboardController@index             | auth, admin        |
| 6                 | GET    | /admin/chat/{id}       | ChatDashboardController@show              | auth, admin        |
| 7                 | POST   | /admin/chat/{id}/reply | ChatDashboardController@reply             | auth, admin        |
| 8                 | PUT    | /admin/chat/{id}/close | ChatDashboardController@close             | auth, admin        |
| 9                 | GET    | /admin/chat/api/active | ChatDashboardController@activeSessionsApi | auth, admin        |

### 5.1.8 Implementasi Chatbot Gemini AI

Integrasi Chatbot Gemini AI merupakan kontribusi utama lain dari sistem Modul Live Chat Hybrid, sekaligus menjadi fondasi yang harus berjalan lebih dahulu sebelum fitur handover dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Fitur ini memungkinkan pengunjung memperoleh jawaban seketika atas pertanyaan seputar layanan Dinas PUPR Kabupaten Garut tanpa menunggu keterlibatan petugas, dengan jawaban yang dihasilkan tetap berpijak pada data resmi instansi yang tersimpan pada basis data website, bukan sekadar jawaban umum yang tidak dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya. Dengan kemampuan ini, sebagian besar pertanyaan masyarakat yang bersifat

berulang dan umum dapat diselesaikan sepenuhnya oleh chatbot, sehingga admin hanya perlu turun tangan pada kasus-kasus yang benar-benar memerlukan penanganan manusia melalui mekanisme handover. Implementasi integrasi chatbot ini melibatkan tiga komponen utama yang saling berurutan: desain basis data yang menyediakan sumber pengetahuan bagi chatbot, proses pengambilan dan penyusunan data tersebut menjadi permintaan yang dapat dipahami oleh layanan AI, serta pemanggilan Gemini API beserta penanganan responsnya sebelum jawaban akhir disampaikan kepada pengunjung.

#### **5.1.8.1 Implementasi Kode Pembentukan Konteks dari Database**

Agar chatbot dapat menjawab berdasarkan data terkini tanpa memerlukan pelatihan ulang model, seluruh informasi resmi instansi dirangkum terlebih dahulu menjadi satu kumpulan teks bacaan melalui method `fetchRelevantContext()` yang disertakan pada setiap permintaan ke layanan AI.

File: `app/Services/GeminiService.php` (method `fetchRelevantContext`)

```

1 private function fetchRelevantContext(string $query): string
2 {
3     $context = '';
4
5     // 1. Profil & Informasi Umum Dinas PUPR
6     $sejarah = Sejarah::published()->first();
7     if ($sejarah) {
8         $context .= "\n=== SEJARAH DINAS PUPR GARUT ===\n";
9         $context .= "{$sejarah->content}\n";
10    }
11
12    $visiMisi = VisiMisi::published()->first();
13    if ($visiMisi) {
14        $context .= "\n=== VISI & MISI DINAS PUPR GARUT ===\n";
15        if ($visiMisi->visi) $context .= "Visi: {$visiMisi->visi}\n";
16        if ($visiMisi->misi) $context .= "Misi: {$visiMisi->misi}\n";
17        if ($visiMisi->content) $context .= "Keterangan tambahan: {$visiMisi->content}\n";
18    }
19
20    $struktur = StrukturOrganisasi::published()->first();
21    if ($struktur) {
22        $context .= "\n=== STRUKTUR ORGANISASI ===\n";
23        $context .= "Judul: {$struktur->title}\n";
24        if ($struktur->content) $context .= "Deskripsi: {$struktur->content}\n";
25    }
26
27    $pejabat = PejabatStruktural::where('aktif', true)->orderBy('urutan')->get();
28    if ($pejabat->isEmpty()) {
29        $context .= "\n=== DAFTAR PEJABAT STRUKTURAL ===\n";
30        foreach ($pejabat as $p) {
31            $context .= "Nama: {$p->nama} | Jabatan: {$p->jabatan}\n";
32        }
33    }
34
35    // 2. Daftar Layanan Dinas PUPR
36    $layanan = Layanan::all();
37    if ($layanan->isEmpty()) {
38        $context .= "\n=== DAFTAR LAYANAN DINAS PUPR ===\n";
39        foreach ($layanan as $layanan) {
40            $context .= "Layanan: {$layanan->nama_layanan}\n";
41            $context .= "Deskripsi: {$layanan->deskripsi_singkat}\n";
42            if ($layanan->penjelasan_detail) $context .= "Penjelasan: {$layanan->penjelasan_detail}\n";
43            if ($layanan->alur) $context .= "Alur Prosedur: {$layanan->alur}\n";
44            if ($layanan->persyaratan) $context .= "Persyaratan: {$layanan->persyaratan}\n";
45            $context .= "---\n";
46        }
47    }
48
49    // 3. Berita & Pengumuman Terbaru
50    $berita = Berita::published()->latest()->limit(5)->get();
51    if ($berita->isEmpty()) {
52        $context .= "\n=== BERITA & INFORMASI TERKINI ===\n";
53        foreach ($berita as $berita) {
54            $context .= "Judul: {$berita->judul}\n";
55            $context .= "Isi: " . \Str::limit(strip_tags($berita->isi), 250) . "\n";
56            $context .= "Tanggal: " . $berita->published_at->format('d M Y') . "\n---\n";
57        }
58    }
59
60    $pengumuman = Pengumuman::latest()->limit(5)->get();
61    if ($pengumuman->isEmpty()) {
62        $context .= "\n=== PENGUMUMAN RESMI ===\n";
63        foreach ($pengumuman as $p) {
64            $context .= "Judul: {$p->judul}\n";
65            $context .= "Isi: " . \Str::limit(strip_tags($p->isi), 200) . "\n---\n";
66        }
67    }
68
69    // 4. Dokumen Resmi / Publik Terbaru
70    $dokumen = Dokumen::orderByDesc('published_at')->orderByDesc('created_at')->limit(10)->get();
71    if ($dokumen->isEmpty()) {
72        $context .= "\n=== DAFTAR DOKUMEN RESMI / PUBLIK ===\n";
73        foreach ($dokumen as $dokumen) {
74            $context .= "Judul Dokumen: {$dokumen->title}\n";
75            if ($dokumen->description) $context .= "Deskripsi: {$dokumen->description}\n";
76            $context .= "Tahun: {$dokumen->year}\n";
77            $context .= "---\n";
78        }
79    }
80
81    return $context ? "\n[Tidak ada data di database. Jawab berdasarkan pengetahuan umum tentang Dinas PUPR Kabupaten Garut.]\n";
82 }

```

Gambar 5. 1 Implementasi Kode Pembentukan Konteks dari Database

Penjelasan setiap bagian kode tersebut adalah sebagai berikut:

1. Method `fetchRelevantContext()` mengambil data dari beberapa model Eloquent sekaligus (Sejarah, VisiMisi, Layanan, Berita, dan model lain seperti Pengumuman, StrukturOrganisasi, PejabatStruktural), sehingga chatbot memiliki cakupan pengetahuan yang setara dengan seluruh konten yang tersedia pada website, bukan hanya sebagian.

2. Setiap kelompok data diberi penanda bagian menggunakan format teks tertentu (misalnya === DAFTAR LAYANAN DINAS PUPR ===), sehingga struktur informasi tetap mudah dibedakan oleh model AI ketika membaca kumpulan teks yang panjang.
3. Fungsi `Str::limit()` digunakan untuk membatasi ringkasan berita menjadi 250 karakter sebelum digabungkan ke dalam variabel `$context`, guna menghindari permintaan yang terlalu panjang sekaligus menjaga agar informasi yang paling relevan tetap tersampaikan secara ringkas.
4. Apabila seluruh sumber data kosong, method ini tetap mengembalikan satu baris teks penjelasan sebagai jaring pengaman (fallback), sehingga chatbot tidak menerima permintaan tanpa konteks sama sekali dan tetap dapat memberi jawaban berbasis pengetahuan umum.

### 5.1.8.2 Implementasi Kode Penyusunan Prompt dan Riwayat Percakapan

Setelah konteks data terkumpul, teks tersebut digabungkan dengan pertanyaan pengunjung dan riwayat percakapan sebelumnya untuk membentuk satu permintaan lengkap yang dikirim ke layanan AI.

File: `app/Services/GeminiService.php` (method `buildPromptWithContext` dan `buildContents`)

```

1 private function buildPromptWithContext(string $userMessage, string $context): string
2 {
3     return <<<PROMPT
4     KONTEKS DATA DARI DATABASE SISTEM:
5     {$context}
6
7     PERTANYAAN MASYARAKAT:
8     {$userMessage}
9
10    Jawab berdasarkan konteks data di atas. Jika konteks tidak relevan, jawab berdasarkan
11    pengetahuan umum tentang PUPR.
12    PROMPT;
13 }
14 private function buildContents(array $history, string $currentPrompt): array
15 {
16     $contents = [];
17
18     // Masukkan riwayat percakapan sebelumnya (max 6 pesan terakhir)
19     $recentHistory = array_slice($history, -6);
20     foreach ($recentHistory as $msg) {
21         $role = $msg['sender_type'] === 'user' ? 'user' : 'model';
22         $contents[] = [
23             'role' => $role,
24             'parts' => [['text' => $msg['message']]],
25         ];
26     }
27
28     // Tambahkan pertanyaan saat ini
29     $contents[] = [
30         'role' => 'user',
31         'parts' => [['text' => $currentPrompt]],
32     ];
33
34     return $contents;
35 }
36

```

Gambar 5. 2 Implementasi Kode Penyusunan Prompt dan Riwayat Percakapan

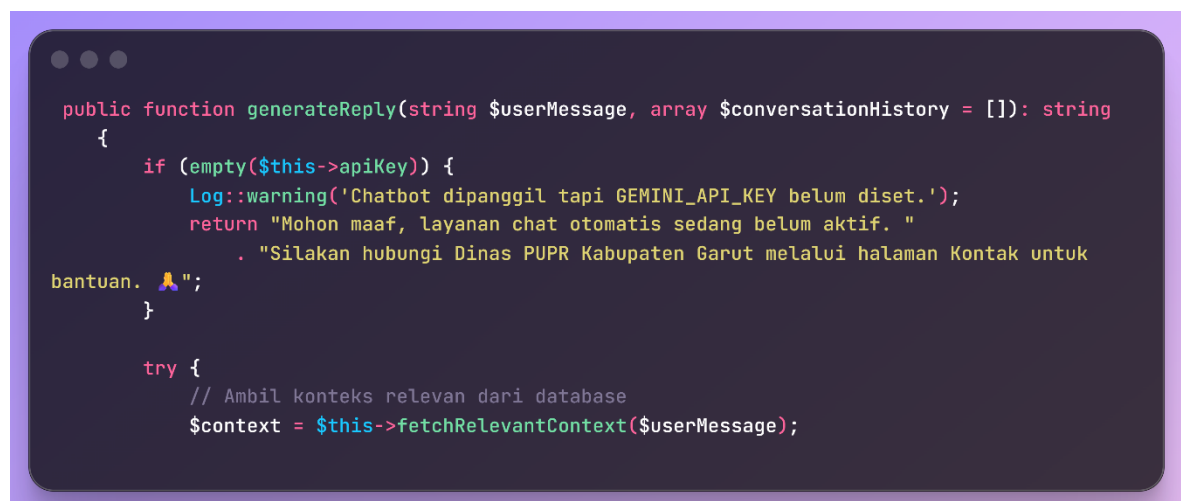
Penjelasan setiap bagian kode tersebut adalah sebagai berikut:

1. Method `buildPromptWithContext()` menggabungkan hasil `$context` dari `fetchRelevantContext()` dengan `$userMessage` ke dalam satu template string, dilengkapi instruksi eksplisit agar model tetap menjawab berdasarkan data yang diberikan, dan baru beralih ke pengetahuan umum apabila konteksnya memang tidak relevan.
2. Method `buildContents()` memotong array `$history` menggunakan `array_slice($history, -6)` sehingga hanya enam pesan terakhir yang disertakan, membuat model tetap memiliki pemahaman atas alur percakapan sebelumnya tanpa membuat ukuran permintaan membengkak seiring bertambah panjangnya sesi.
3. Setiap elemen `$msg` dalam riwayat dipetakan nilai role-nya menjadi user atau model berdasarkan nilai `sender_type`, sesuai format yang disyaratkan API Gemini, sehingga model dapat membedakan mana pertanyaan yang pernah diajukan pengunjung dan mana jawaban yang pernah dihasilkannya sendiri.
4. Hasil `buildPromptWithContext()` selalu ditambahkan sebagai elemen terakhir pada array `$contents` dengan role `=> 'user'`, memastikan permintaan yang dikirim selalu diakhiri oleh giliran pengunjung sesuai aturan format percakapan pada Gemini API.

### 5.1.8.3 Implementasi Kode Pemanggilan Gemini API dan Penanganan Respons

Tahap akhir dilakukan pada method `generateReply()`, yang memanggil kedua method sebelumnya secara berurutan, mengirimkan hasilnya ke Gemini API, lalu menangani respons maupun kemungkinan kegagalan tanpa membuat percakapan terhenti.

File: `app/Services/GeminiService.php` (method `generateReply`)



```

public function generateReply(string $userMessage, array $conversationHistory = []): string
{
    if (empty($this->apiKey)) {
        Log::warning('Chatbot dipanggil tapi GEMINI_API_KEY belum diset.');
```

return "Mohon maaf, layanan chat otomatis sedang belum aktif. "

. "Silakan hubungi Dinas PUPR Kabupaten Garut melalui halaman Kontak untuk bantuan. 🙏";

```

    }

    try {
        // Ambil konteks relevan dari database
        $context = $this->fetchRelevantContext($userMessage);
```

Gambar 5. 3 Implementasi Kode Pemanggilan Gemini API dan Penanganan Respons

Penjelasan setiap bagian kode tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pengecekan `empty($this->apiKey)` dilakukan di awal method `generateReply()` sebagai jaring pengaman, sehingga apabila konfigurasi `GEMINI_API_KEY` belum lengkap, sistem tetap memberikan pesan yang ramah kepada pengunjung alih-alih menampilkan kesalahan teknis atau membuat aplikasi berhenti berjalan.
2. Method ini memanggil `fetchRelevantContext()`, `buildPromptWithContext()`, dan `buildContents()` secara berurutan, menjadikan `generateReply()` sebagai titik pertemuan (orchestrator) yang menyatukan hasil ketiga method tersebut sebelum dikirim ke Gemini API
3. Properti `$this->systemPrompt` dikirim secara terpisah dari isi percakapan melalui parameter `system_instruction`, sehingga aturan identitas dan batasan perilaku chatbot "SAPA PUPR Garut" selalu berlaku pada setiap pertukaran pesan tanpa perlu diulang di setiap pertanyaan pengunjung.
4. Parameter `temperature` diatur pada nilai 0.3 (relatif rendah dari rentang 0–1), dengan tujuan agar jawaban yang dihasilkan lebih konsisten dan berpegang pada data faktual, mengingat konteks penggunaannya adalah layanan informasi resmi instansi pemerintah.
5. Blok `try-catch` membungkus seluruh proses pemanggilan `Http::post()`, sementara pengecekan `$response->successful()` menangani kegagalan dari sisi Gemini API secara terpisah dari exception PHP, sehingga baik kegagalan jaringan maupun respons API yang tidak berhasil sama-sama diarahkan ke method `defaultErrorResponse()` agar sesi percakapan tetap dapat berlanjut dengan pesan kegagalan yang informatif alih-alih terhenti sepenuhnya.

### 5.1.9 Kebutuhan Token

Dalam implementasi Chatbot Gemini AI "SAPA PUPR Garut", Setiap permintaan yang dikirim ke Gemini API terdiri atas system prompt, konteks informasi dari basis data website, riwayat percakapan pengguna, serta pertanyaan terbaru. Seluruh komponen tersebut dihitung sebagai token oleh model Gemini. Oleh karena itu, semakin panjang konteks dan riwayat percakapan yang dikirim, maka kebutuhan token pada setiap request akan meningkat sehingga perlu dipertimbangkan terutama apabila sistem dioperasikan menggunakan layanan berbayar. Chatbot ini menggunakan model `gemini-2.5-flash` dengan kapasitas *context window* sebesar 1.048.576 token, sehingga kapasitas input tidak menjadi kendala teknis. Adapun konfigurasi output maksimal (`maxOutputTokens`) diatur sebesar 1.024 token pada berkas `GeminiService.php`.

### 5.1.9.1 Kebutuhan Token Input

Token input pada setiap request merupakan akumulasi dari beberapa komponen prompt yang disusun secara terstruktur sebelum dikirimkan ke API Gemini, meliputi instruksi sistem, data kontekstual dari basis data, riwayat percakapan, hingga pesan aktif dari pengguna. Penyusunan ini bertujuan agar chatbot memiliki konteks yang memadai untuk menghasilkan respons yang relevan berdasarkan data resmi Dinas PUPR Kabupaten Garut tanpa perlu pelatihan ulang model. Jumlah token input bersifat dinamis, tergantung pada jumlah dan panjang data yang tersedia pada saat request dilakukan.

Tabel 5. 14 Kebutuhan Token Input

| Komponen Prompt             | Detail Data dan Batasan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Estimasi Token    |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| System Instruction          | Instruksi kepribadian, larangan, aturan format, dan tugas pokok fungsi (tupoksi) dasar SAPA PUPR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 600–800 token     |
| Database Context            | Data dinamis yang disuntikkan dari basis data, meliputi: sejarah dan visi misi (300–500 token); struktur organisasi dan pejabat aktif (200–300 token); layanan beserta alur dan persyaratan (1.500–4.000 token); lima berita terbaru maksimal 250 karakter per berita (300–400 token); lima pengumuman terbaru maksimal 200 karakter per pengumuman (200–300 token); serta sepuluh dokumen publik terbaru (300–400 token) | 2.800–6.000 token |
| Riwayat Percakapan          | Enam pesan terakhir dari sesi <i>chat</i> aktif, digunakan untuk mempertahankan konteks percakapan sebelumnya                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 200–600 token     |
| Pesan User Aktif            | Pertanyaan atau pesan yang baru diketikkan oleh pengguna                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 10–150 token      |
| <b>Total Estimasi Input</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 4.000–7.500 token |

### 5.1.9.2 Kebutuhan Token Output

Konfigurasi output maksimal (`maxOutputTokens`) ditetapkan sebesar 1.024 token pada berkas `GeminiService.php` sebagai batas atas jumlah token yang dapat dihasilkan oleh model dalam satu respons. Meskipun demikian, penggunaan token output secara aktual pada kondisi riil jauh lebih rendah, yaitu berkisar antara 150–400 token per respons. Hal ini terjadi karena *system instruction* pada chatbot secara khusus mengarahkan model untuk menghasilkan jawaban yang padat dan ringkas, serta langsung mengarahkan pengguna pada informasi yang dibutuhkan tanpa penjelasan

yang bertele-tele. Dengan demikian, batas maksimal 1.024 token berfungsi sebagai pengaman (*safety limit*) agar respons tidak terpotong pada kasus tertentu, bukan sebagai acuan jumlah token yang digunakan secara rutin.

### 5.1.10 Implementasi Fitur Handover

Fitur handover merupakan salah satu kontribusi utama sistem Modul Live Chat Hybrid. Fitur ini memungkinkan percakapan yang semula ditangani sepenuhnya oleh chatbot Gemini AI dialihkan secara otomatis kepada admin manusia ketika pengunjung menyatakan bahwa jawaban bot belum menyelesaikan kendalanya, sehingga pengunjung tetap mendapatkan penanganan yang memadai tanpa harus berpindah kanal komunikasi. Implementasi fitur handover melibatkan tiga komponen utama: desain basis data yang merekam status penanganan sesi, logika Controller yang menentukan kapan pengalihan terjadi, dan Model yang mendukung transisi status tersebut.

#### 5.1.10.1 Desain Basis Data untuk Mendukung Handover

Keputusan arsitektur paling mendasar dalam implementasi fitur handover adalah penambahan kolom status bertipe ENUM pada tabel utama chat\_sessions, yang berfungsi sebagai penanda tahap penanganan suatu sesi percakapan. Kolom transferred\_at dan closed\_at digunakan untuk mencatat waktu terjadinya perpindahan tahap tersebut, sedangkan kolom admin\_id hanya terisi apabila seorang admin telah mengambil alih sesi yang berstatus human.

Tabel 5. 15 Desain Basis Data untuk Mendukung Handover

| Aspek                | Sesi Ditangani Bot                        | Sesi Setelah Handover (Ditangani Admin)                                                        |
|----------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nilai status         | Bot                                       | Human                                                                                          |
| Nilai admin_id       | NULL belum ada admin yang menangani       | Terisi ID admin sejak admin pertama kali membalas                                              |
| Nilai transferred_at | NULL                                      | Terisi waktu saat pengunjung memilih [Tidak] pada konfirmasi kepuasan                          |
| Sumber balasan       | Gemini API berdasarkan konteks database   | Diketik manual oleh admin                                                                      |
| Channel broadcast    | chat.{session_token} (event message.sent) | chat.{session_token} (event admin.replied) + admin-chat-notifications (event chat.transferred) |

#### 5.1.10.2 Implementasi Kode Titik Keputusan Handover

Perpindahan status sesi dari penanganan bot menjadi penanganan admin dipicu dari satu titik keputusan tunggal, yaitu saat pengunjung menekan tombol verifikasi [Tidak] pada widget live chat. Berikut potongan kode inti yang menangani penerimaan keputusan tersebut dari sisi antarmuka serta pemrosesan cabang keputusannya:

File: app/Http/Controllers/ChatController.php

```

// 1. Terima keputusan verifikasi dari frontend
public function handleVerification(Request $request): JsonResponse
{
    $validator = Validator::make($request->all(), [
        'session_token' => 'required|string',
        'satisfied'      => 'required|boolean',
    ]);

    $session = ChatSession::where('session_token', $request->session_token)->first();

    if (!$session || !$session->isActive()) {
        return response()->json(['success' => false, 'message' => 'Sesi tidak valid.'], 404);
    }

    $msg = $this->processVerification($session, (bool) $request->satisfied);
    // ...
}

// 2. Cabang keputusan: tutup sesi atau alihkan ke admin
private function processVerification(ChatSession $session, bool $satisfied): ChatMessage
{
    if ($satisfied) {
        $session->close();
        $farewell = "Terima kasih atas konfirmasi Anda...";
        return $this->saveMessage($session, 'bot', $farewell);
    }

    // User belum terbantu → inilah pemicu utama fitur handover
    $session->transferToHuman();

    $transferMsg = "Mohon maaf jika informasi dari saya belum menyelesaikan kendala Anda. " .
        "Saya akan menghubungkan Anda dengan petugas Dinas PUPR Garut...";
    $msg = $this->saveMessage($session, 'bot', $transferMsg);

    return $msg;
}

```

Gambar 5. 4 Implementasi Kode Titik Keputusan Handover

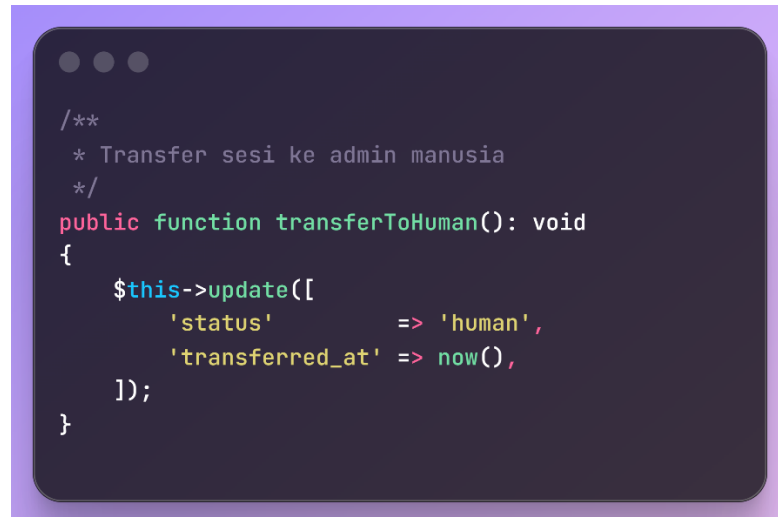
Penjelasan setiap bagian kode tersebut adalah sebagai berikut:

1. Field satisfied divalidasi bertipe boolean sehingga hanya menerima dua kemungkinan nilai, selaras dengan pilihan biner [Ya]/[Tidak] pada antarmuka yang telah dirancang pada tahap perancangan (Bab 4).
2. Pemeriksaan isActive() mencegah handover diproses pada sesi yang statusnya sudah closed, sehingga alur handover hanya dapat terjadi satu kali dalam siklus hidup sebuah sesi.
3. Percabangan if (\$satisfied) menjadi jantung logika handover: nilai false adalah satu-satunya kondisi yang memicu transferToHuman(), memastikan sesi hanya dialihkan ke admin ketika pengunjung secara eksplisit menyatakan jawaban chatbot belum membantu.

### 5.1.10.3 Implementasi Kode Perubahan Status pada Model ChatSession

Perubahan status sesi menjadi ditangani admin, sebagaimana dipanggil pada langkah sebelumnya, tidak dituliskan sebagai query langsung di Controller, melainkan dienkapsulasi di dalam model ChatSession agar logika perubahan status tetap konsisten di setiap tempat yang memanggilnya.

File: app/Models/ChatSession.php



```

/**
 * Transfer sesi ke admin manusia
 */
public function transferToHuman(): void
{
    $this->update([
        'status' => 'human',
        'transferred_at' => now(),
    ]);
}

```

Gambar 5. 5 Implementasi Kode Perubahan Status pada Model ChatSession

Penjelasan bagian kode tersebut adalah sebagai berikut:

1. Kolom status diubah menjadi human, sehingga transisi status yang terjadi di runtime selalu sinkron dengan desain basis data yang telah ditetapkan.
2. Kolom transferred\_at dicatat bersamaan dalam satu operasi update(), menjadi jejak waktu yang nantinya digunakan untuk mengurutkan sesi pada dashboard admin.

#### 5.1.10.4 Implementasi Kode Notifikasi Handover ke Admin

Begitu status sesi berubah menjadi ditangani admin, sistem harus segera memberi tahu admin yang sedang bertugas tanpa menunggu admin memuat ulang halaman. Notifikasi ini disiarkan melalui event broadcasting terpisah dari event pesan biasa.

File: app/Http/Controllers/ChatController.php



```

// Broadcast ke admin dashboard secara real-time
broadcast(new ChatTransferredToAdmin($session->fresh()));

return $msg;

```

Gambar 5. 6 Implementasi Kode Notifikasi Handover ke Admin

Penjelasan bagian kode tersebut adalah sebagai berikut:

1. Event `ChatTransferredToAdmin` dipanggil hanya pada jalur `transferToHuman()`, bukan pada setiap perubahan status lain, sehingga admin hanya menerima notifikasi ketika benar-benar ada percakapan yang memerlukan penanganan manual.
2. Pemanggilan `$session->fresh()` memastikan data sesi yang disiarkan sudah mencerminkan status terbaru (human) hasil `update()` sebelumnya, bukan data lama yang masih ter-cache pada objek `$session` di memori.

#### 5.1.10.5 Implementasi Kode Balasan Admin dalam Kanal Handover

Setelah admin menerima notifikasi dan membuka detail sesi, admin dapat langsung membalas pada kanal percakapan yang sama tanpa pengunjung perlu mengulang pertanyaan.

File: `app/Http/Controllers/ChatDashboardController.php`



```

public function reply(Request $request, string $id): JsonResponse
{
    $request->validate(['message' => 'required|string|max:2000']);

    $session = ChatSession::findOrFail($id);

    if ($session->status === 'closed') {
        return response()->json(['success' => false, 'message' => 'Sesi sudah ditutup.'],
            400);
    }

    if (!$session->admin_id) {
        $session->update(['admin_id' => auth()->id()]);
    }

    $msg = $this->saveMessage($session, 'admin', $request->message);

    broadcast(new AdminReplied($session, $msg));

    return response()->json(['success' => true, /* ... */]);
}

```

Gambar 5. 7 Implementasi Kode Balasan Admin dalam Kanal Handover

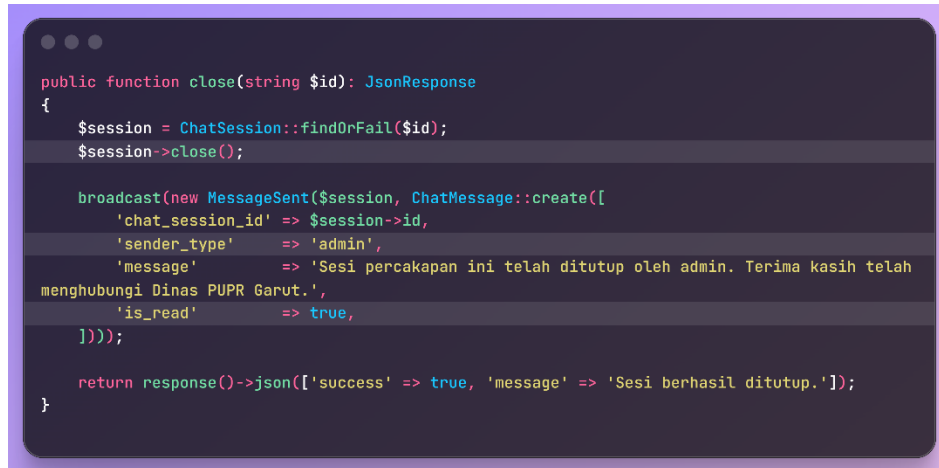
Penjelasan setiap bagian kode tersebut adalah sebagai berikut:

1. Guard `if ($session->status === 'closed')` memastikan balasan admin hanya dapat dikirim selama sesi masih berada pada tahap human hasil handover, melanjutkan batasan yang sama seperti pada `isActive()`.
2. Kondisi `if (!$session->admin_id)` men-assign admin pertama yang membalas sebagai penanggung jawab sesi, sehingga proses handover tidak berhenti pada perubahan status saja tetapi juga menentukan siapa yang bertanggung jawab menindaklanjutinya.
3. Event `AdminReplied` disiarkan ke channel `chat.{session_token}` yang sama dengan yang digunakan pengunjung, memastikan percakapan tetap berada dalam satu kanal berkelanjutan sesuai tujuan awal fitur handover.

### 5.1.10.6 Implementasi Kode Penutupan Sesi sebagai Akhir Alur Handover

Alur handover diakhiri ketika admin menutup sesi setelah pertanyaan pengunjung selesai ditangani, menandai kembalinya status sesi ke kondisi final closed.

File: app/Http/Controllers/ChatDashboardController.php



```

public function close(string $id): JsonResponse
{
    $session = ChatSession::findOrFail($id);
    $session->close();

    broadcast(new MessageSent($session, ChatMessage::create([
        'chat_session_id' => $session->id,
        'sender_type' => 'admin',
        'message' => 'Sesi percakapan ini telah ditutup oleh admin. Terima kasih telah
menghubungi Dinas PUPR Garut.',
        'is_read' => true,
    ])));

    return response()->json(['success' => true, 'message' => 'Sesi berhasil ditutup.']);
}

```

Gambar 5. 8 Implementasi Kode Penutupan Sesi sebagai Akhir Alur Handover

Penjelasan bagian kode tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pemanggilan `$session->close()` menggunakan method domain yang sama dengan penutupan otomatis oleh chatbot pada 5.1.8.2, sehingga status akhir closed konsisten terlepas dari apakah sesi berakhir tanpa handover maupun setelah melalui handover.
2. Pesan penutup dikirim melalui event `MessageSent` bukan `AdminReplied` karena pesan ini menandai akhir siklus percakapan, bukan balasan yang menunggu respons lanjutan dari pengunjung, sehingga menutup keseluruhan alur handover yang dimulai dari 5.1.8.1 hingga tahap ini.

## 5.2 Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak adalah proses eksekusi program atau sistem dengan tujuan menemukan kesalahan atau cacat, serta memverifikasi bahwa sistem telah memenuhi kebutuhan yang telah ditetapkan. Pada penelitian ini, pengujian dilakukan menggunakan dua metode: Black Box Testing untuk memverifikasi kesesuaian fungsional sistem terhadap spesifikasi use case, dan Pengujian Penerimaan Pengguna (User Acceptance Testing) untuk memvalidasi kelayakan sistem dari perspektif pengguna akhir.

### 5.2.1 Black Box Testing

Black box testing adalah metode pengujian yang berfokus pada fungsionalitas sistem dari sudut pandang pengguna tanpa memperhatikan struktur internal kode. Setiap use case diuji dengan skenario positif (masukan valid) dan skenario negatif (masukan tidak valid atau kondisi batas).

#### 5.2.1.1 Pengujian UC-01 Mengirim Pertanyaan melalui Live Chat

Tabel 5. 16 Pengujian UC-01 Mengirim Pertanyaan melalui Live Chat

| No | ID Uji   | Kasus Uji                                                    | Data Input                                                                          | Output Diharapkan                                              | Output Aktual                                                                                                           | Status |
|----|----------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1  | TC-01-01 | Memulai sesi chat dengan Nama dan Email valid                | Nama: "Budi Santoso", Email: " <a href="mailto:budi@gmail.com">budi@gmail.com</a> " | Sesi percakapan baru terbentuk, pesan sambutan otomatis tampil | Sistem berhasil membuka sesi percakapan baru dan menampilkan pesan sambutan "Selamat datang di layanan SAPA PUPR Garut" | ✓      |
| 2  | TC-01-02 | Mengosongkan kolom Nama atau Email lalu menekan "Mulai Chat" | Nama: kosong, Email: kosong                                                         | Form tidak dapat dikirim, muncul peringatan wajib diisi        | Sistem menampilkan peringatan bahwa kolom wajib diisi dan form tidak dapat dilanjutkan                                  | ✓      |
| 3  | TC-01-03 | Mengirim pertanyaan dengan kolom pesan kosong                | Pesan: " "                                                                          | Sistem menolak pengiriman, pesan tidak masuk ke percakapan     | Sistem menolak pengiriman pesan kosong dan pesan tidak tercatat pada percakapan                                         | ✓      |
| 4  | TC-01-04 | Mengirim pertanyaan melebihi batas karakter                  | Pesan sepanjang 1200 karakter                                                       | Sistem menolak input karena melebihi batas maksimal            | Sistem menampilkan pesan bahwa jumlah karakter melebihi batas dan pesan tidak terkirim                                  | ✓      |
| 5  | TC-01-05 | Mengirim pertanyaan valid pada sesi yang sudah berjalan      | pesan: "Apa saja persyaratan PBG?"                                                  | Pertanyaan tampil pada layar chat dan indikator loading muncul | Pertanyaan pengguna berhasil tampil pada layar percakapan diikuti indikator sedang memproses jawaban                    | ✓      |

#### 5.2.1.2 Pengujian UC-02 Menerima Jawaban Chatbot

Tabel 5. 17 Pengujian UC-02 Menerima Jawaban Chatbot

| No | ID Uji   | Kasus Uji                                        | Data Input                                               | Output Diharapkan                                                         | Output Aktual                                                                                                                | Status |
|----|----------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1  | TC-02-01 | Mengajukan pertanyaan seputar layanan Dinas PUPR | Pertanyaan: "Apa saja persyaratan untuk mengajukan PBG?" | Chatbot memberikan jawaban relevan berdasarkan data layanan yang tersedia | Chatbot menjawab dengan menyebutkan persyaratan pengajuan PBG sesuai data layanan resmi dinas                                | ✓      |
| 2  | TC-02-02 | Mengajukan pertanyaan di luar tupoksi Dinas PUPR | Pertanyaan: "Bagaimana cara membuat KTP?"                | Chatbot menolak dengan sopan dan mengarahkan ke topik PUPR                | Chatbot menjawab bahwa pertanyaan tersebut di luar cakupan layanan Dinas PUPR dan menyarankan bertanya seputar layanan dinas | ✓      |

|   |          |                                                                                    |                                                                                |                                                                                                  |                                                                                                                                                              |   |
|---|----------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 3 | TC-02-03 | Sistem menerima pertanyaan saat layanan chatbot sedang tidak aktif/belum terhubung | Layanan AI dinonaktifkan sementara                                             | Chatbot menampilkan pesan ramah bahwa layanan sedang tidak aktif, sistem tidak berhenti berjalan | Chatbot menampilkan pesan "Mohon maaf, layanan chat otomatis sedang belum aktif" dan mengarahkan ke halaman Kontak, tanpa membuat aplikasi berhenti berjalan | ✓ |
| 4 | TC-02-04 | Permintaan jawaban ke layanan AI gagal diproses (gangguan koneksi)                 | Simulasi gangguan koneksi (GEMINI_API_KEY tidak valid)                         | Chatbot menampilkan pesan gangguan teknis, sesi tidak terhenti                                   | Chatbot menampilkan pesan "Mohon maaf, saat ini saya mengalami gangguan teknis" dan pengguna tetap dapat melanjutkan percakapan                              | ✓ |
| 5 | TC-02-05 | Menampilkan jawaban lanjutan berdasarkan riwayat percakapan sebelumnya             | Pertanyaan lanjutan: "Bagaimana a alur prosedurnya?" (melanjutkan konteks PBG) | Chatbot menjawab dengan mempertimbangkan konteks percakapan sebelumnya                           | Chatbot memberikan jawaban yang nyambung dan konsisten dengan pertanyaan serta jawaban sebelumnya dalam sesi yang sama                                       | ✓ |

### 5.2.1.3 Pengujian UC-03 Mengalihkan Percakapan

Tabel 5. 18 Pengujian UC-03 Mengalihkan Percakapan

| No | ID Uji   | Kasus Uji                                                                | Data Input                               | Output Diharapkan                                                           | Output Aktual                                                                                               | Status |
|----|----------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1  | TC-03-01 | Menekan tombol verifikasi [Ya] setelah jawaban chatbot dianggap membantu | Memilih "Ya"                             | Sesi ditutup otomatis, pesan penutup ditampilkan                            | Percakapan otomatis berakhir dan muncul pesan terima kasih dari chatbot                                     | ✓      |
| 2  | TC-03-02 | Menekan tombol verifikasi [Tidak] karena jawaban belum membantu          | Memilih "Tidak"                          | Percakapan dialihkan ke admin, pengguna diberi tahu sedang menunggu petugas | Muncul pesan bahwa percakapan akan dihubungkan dengan petugas Dinas PUPR, pengguna diminta menunggu balasan | ✓      |
| 3  | TC-03-03 | Admin menerima notifikasi saat terjadi pengalihan percakapan             | Pengguna memilih "Tidak" pada verifikasi | Notifikasi percakapan baru muncul di dashboard admin                        | Notifikasi percakapan baru langsung muncul di dashboard admin                                               | ✓      |

### 5.2.1.4 Pengujian UC-04 Mengelola Percakapan

Tabel 5. 19 Pengujian UC-04 Mengelola Percakapan

| No | ID Uji   | Kasus Uji                                                             | Data Input                                        | Output Diharapkan                                                                                        | Output Aktual                                                                                     | Status |
|----|----------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1  | TC-04-01 | Admin membuka dashboard saat terdapat percakapan yang perlu ditangani | Login sebagai admin, terdapat percakapan menunggu | Daftar percakapan beserta statistik (total, ditangani bot, menunggu admin, selesai, belum dibaca) tampil | Dashboard menampilkan daftar percakapan lengkap dengan ringkasan statistik sesuai kondisi terkini | ✓      |
| 2  | TC-04-02 | Admin membuka dashboard saat belum                                    | Tidak ada percakapan yang dialihkan ke admin      | Jumlah percakapan menunggu bernilai 0, tidak ada notifikasi baru                                         | Dashboard menampilkan jumlah percakapan menunggu                                                  | ✓      |

|   |          |                                                        |                                           |                                                                             |                                                                                                 |   |
|---|----------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|   |          | ada percakapan yang perlu ditangani                    |                                           |                                                                             | sebanyak 0 dan tidak ada notifikasi yang muncul menyarankan bertanya seputar layanan dinas      |   |
| 3 | TC-04-03 | Admin memfilter percakapan berdasarkan status tertentu | Memilih filter status "Selesai"           | Hanya percakapan berstatus selesai yang ditampilkan                         | Daftar percakapan yang tampil hanya percakapan dengan status selesai sesuai filter yang dipilih | ✓ |
| 4 | TC-04-04 | Admin membuka detail salah satu percakapan             | Memilih salah satu percakapan pada daftar | Riwayat percakapan lengkap tampil, pesan pengguna otomatis ditandai terbaca | Riwayat percakapan tampil lengkap dan status pesan pengguna berubah menjadi sudah dibaca        | ✓ |

### 5.2.1.5 Pengujian UC-05 Membalas Pesan

Tabel 5. 20 Pengujian UC-05 Membalas Pesan

| No | ID Uji   | Kasus Uji                                                                    | Data Input                                        | Output Diharapkan                                                  | Output Aktual                                                                           | Status |
|----|----------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1  | TC-05-01 | Admin mengetik dan mengirim balasan pada percakapan yang menunggu penanganan | Pesan: "Halo Joko Susilo, saya admin Dinas PUPR." | Pesan admin tersimpan dan tampil secara langsung ke layar pengguna | Balasan admin langsung muncul pada layar percakapan pengguna                            | ✓      |
| 2  | TC-05-02 | Admin mengirim balasan dengan kolom pesan kosong                             | Pesan: ""                                         | Sistem menolak pengiriman, muncul pesan validasi                   | Sistem menampilkan peringatan bahwa pesan tidak boleh kosong dan balasan tidak terkirim | ✓      |
| 3  | TC-05-03 | Admin mengirim balasan melebihi batas karakter                               | Pesan sepanjang 2200 karakter                     | Sistem menolak input karena melebihi batas maksimal                | Sistem menampilkan peringatan jumlah karakter melebihi batas dan balasan tidak terkirim | ✓      |

### 5.2.1.6 Pengujian UC-06 Mengakhiri Sesi Percakapan

Tabel 5. 21 Pengujian UC-06 Mengakhiri Sesi Percakapan

| No | ID Uji   | Kasus Uji                                                                 | Data Input                                      | Output Diharapkan                                                                                                     | Output Aktual                                                                                         | Status |
|----|----------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1  | TC-06-01 | Admin menekan tombol "Tutup Sesi" pada percakapan yang sedang berjalan    | Menekan tombol "Tutup Sesi"                     | Status percakapan berubah menjadi selesai, pesan penutup terkirim ke pengguna                                         | Percakapan berhasil ditutup dan pengguna menerima pesan penutup                                       | ✓      |
| 2  | TC-06-02 | Pengguna mencoba mengirim pesan baru pada percakapan yang sudah selesai   | Mengirim pesan pada sesi yang berstatus selesai | Sistem menolak pesan baru, kolom input dinonaktifkan (disabled), dan pengguna tidak bisa mengetik atau mengirim pesan | Kolom input dinonaktifkan dengan placeholder " <i>Sesi telah selesai...</i> ", tombol kirim dimatikan | ✓      |
| 3  | TC-06-03 | Riwayat percakapan yang telah ditutup tetap tersimpan sebagai rekam jejak | Percakapan berstatus selesai                    | Data percakapan tetap dapat diakses dan ditelusuri kembali oleh admin                                                 | Admin tetap dapat membuka riwayat lengkap chat yang sudah ditutup                                     | ✓      |

### 5.2.2 Rekapitulasi Hasil Black Box Testing

Tabel 5. 22 Rekapitulasi Hasil Black Box Testing

| No           | UC    | Nama Use Case                         | Jumlah Uji | Berhasil | Status |
|--------------|-------|---------------------------------------|------------|----------|--------|
| 1            | UC-01 | Mengirim Pertanyaan melalui Live Chat | 5          | 5        | Lulus  |
| 2            | UC-02 | Menerima Jawaban Chatbot              | 5          | 5        | Lulus  |
| 3            | UC-03 | Mengalihkan Percakapan                | 3          | 3        | Lulus  |
| 4            | UC-04 | Mengelola Percakapan                  | 4          | 4        | Lulus  |
| 5            | UC-05 | Membalas Pesan                        | 3          | 3        | Lulus  |
| 6            | UC-06 | Mengakhiri Sesi Percakapan            | 3          | 3        | Lulus  |
| <b>Total</b> |       |                                       | 23         | 23       | 100%   |

Berdasarkan hasil black box testing, seluruh 23 kasus uji yang diujikan terhadap 6 use case Modul Live Chat Hybrid menghasilkan keluaran yang sesuai dengan spesifikasi kebutuhan fungsional. Persentase keberhasilan pengujian mencapai 100%, yang menunjukkan seluruh fungsi sistem telah diimplementasikan dengan benar.

### 5.2.3 Pengujian Penerimaan Pengguna (User Acceptance Testing)

Pengujian penerimaan pengguna adalah tahap pengujian akhir untuk memvalidasi bahwa sistem memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna akhir. Pengujian melibatkan dua kelompok pengguna representatif: Masyarakat (pengguna layanan live chat) dan Admin Dinas PUPR Kabupaten Garut. Penilaian menggunakan Skala Guttman dengan dua pilihan jawaban: Ya dan Tidak. Pengujian penerimaan pengguna ini melibatkan 4 responden, yaitu 2 orang perwakilan masyarakat sebagai pengguna layanan live chat dan 2 orang admin Dinas PUPR Kabupaten Garut yang bertugas mengelola percakapan. Jumlah responden yang terbatas ini disebabkan oleh kondisi Website Portal Informasi dan Publikasi yang belum dioperasikan secara resmi, sehingga pengujian dilakukan pada tahap uji coba terbatas (limited trial) dengan pihak-pihak yang relevan dan memiliki keterkaitan langsung dengan sistem.

#### 5.2.3.1 Pengujian Penerimaan untuk Masyarakat (UAT)

Tabel 5. 23 Pengujian Penerimaan untuk Masyarakat (UAT)

| No | Pernyataan                                                                             | Ya | Tidak | Keterangan |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|------------|
| 1  | Fitur live chat mudah ditemukan dan diakses pada halaman website                       | ✓  |       |            |
| 2  | Proses memulai percakapan (mengisi nama dan email) mudah dipahami dan dilakukan        | ✓  |       |            |
| 3  | Pesan yang dikirimkan langsung tampil pada layar chat tanpa perlu memuat ulang halaman | ✓  |       |            |
| 4  | Jawaban chatbot diberikan dengan cepat setelah pertanyaan dikirimkan                   | ✓  |       |            |
| 5  | Jawaban yang diberikan chatbot relevan dan sesuai dengan pertanyaan yang diajukan      | ✓  |       |            |

|    |                                                                                                                                                 |   |  |  |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|--|
| 6  | Pilihan verifikasi [Ya]/[Tidak] setelah jawaban chatbot mudah dipahami fungsinya                                                                | ✓ |  |  |
| 7  | Ketika memilih "Tidak", percakapan tetap berlanjut pada kolom yang sama tanpa perlu mengulang pertanyaan                                        | ✓ |  |  |
| 8  | Balasan dari admin diterima dengan baik setelah percakapan dialihkan                                                                            | ✓ |  |  |
| 9  | Tampilan live chat nyaman digunakan baik melalui perangkat komputer maupun ponsel                                                               | ✓ |  |  |
| 10 | Secara keseluruhan, fitur live chat ini membantu memperoleh informasi Dinas PUPR tanpa harus datang ke kantor atau menghubungi WhatsApp hotline | ✓ |  |  |

### 5.2.3.2 Pengujian Penerimaan untuk Admin Dinas PUPR (UAT)

Tabel 5. 24 Pengujian Penerimaan untuk Admin Dinas PUPR (UAT)

| No | Pernyataan                                                                                                                          | Ya | Tidak | Keterangan |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|------------|
| 1  | Admin dapat masuk ke dashboard pengelolaan percakapan dengan mudah                                                                  | ✓  |       |            |
| 2  | Dashboard menampilkan ringkasan jumlah percakapan (ditangani bot, menunggu admin, selesai, belum dibaca) dengan jelas               | ✓  |       |            |
| 3  | Admin menerima notifikasi secara langsung ketika ada percakapan yang dialihkan dari chatbot                                         | ✓  |       |            |
| 4  | Admin dapat dengan mudah membuka dan membaca riwayat percakapan                                                                     | ✓  |       |            |
| 5  | Fitur filter dan pencarian percakapan berdasarkan status memudahkan admin menemukan percakapan yang dituju                          | ✓  |       |            |
| 6  | Admin dapat mengirim balasan kepada masyarakat dengan mudah dan balasan langsung tersampaikan                                       | ✓  |       |            |
| 7  | Admin dapat mengakhiri sesi percakapan setelah pertanyaan masyarakat selesai ditangani                                              | ✓  |       |            |
| 8  | Riwayat percakapan yang telah selesai tetap dapat ditelusuri kembali sebagai rekam jejak layanan                                    | ✓  |       |            |
| 9  | Penggunaan fitur live chat hybrid ini membantu mengurangi beban kerja admin dalam menjawab pertanyaan yang berulang                 | ✓  |       |            |
| 10 | Secara keseluruhan, sistem ini membantu Dinas PUPR memberikan pelayanan informasi yang lebih cepat dan interaktif kepada masyarakat | ✓  |       |            |

### 5.2.4 Rekapitulasi Hasil Pengujian Penerimaan Pengguna

Tabel 5. 25 Rekapitulasi Hasil Pengujian Penerimaan Pengguna

| No           | Kelompok Penguji | Jumlah Skenario Uji | Ya | Tidak | Persentase |
|--------------|------------------|---------------------|----|-------|------------|
| 1            | Masyarakat       | 10                  | 10 |       | 100%       |
| 2            | Admin Dinas PUPR | 10                  | 10 |       | 100%       |
| <b>Total</b> |                  | 20                  | 20 |       | 100%       |

Berdasarkan hasil pengujian penerimaan pengguna, seluruh 20 item pernyataan dari 4 responden (2 masyarakat dan 2 admin) mendapatkan jawaban 'Ya' dengan persentase keberhasilan

100%. Hasil ini menunjukkan bahwa Modul Live Chat Hybrid yang dibangun diterima secara positif oleh responden yang dilibatkan dalam pengujian, meskipun cakupan responden masih terbatas dan perlu diuji lebih lanjut pada skala pengguna yang lebih luas setelah sistem dioperasikan secara resmi. serta memenuhi kebutuhan proses komunikasi dua arah antara masyarakat dan Dinas PUPR Kabupaten Garut. Dengan demikian, berdasarkan hasil Pengujian Kotak Hitam (23 kasus uji, 100% lulus) dan Pengujian Penerimaan Pengguna (20 item, 100% diterima), dapat disimpulkan bahwa Modul Live Chat Hybrid dengan Chatbot Gemini AI yang telah memenuhi seluruh kebutuhan fungsional yang ditetapkan dan diterima oleh pengguna akhir sebagai sistem yang layak digunakan.

### 5.3 Deployment

Deployment merupakan tahap penerapan aplikasi dari lingkungan pengembangan lokal ke lingkungan produksi agar sistem dapat diakses secara publik melalui internet. Pada penelitian ini, nama domain aplikasi diperoleh melalui layanan Hostinger, kemudian pengelolaan DNS domain tersebut dihubungkan dengan Cloudflare untuk mendukung manajemen DNS, keamanan jaringan, serta penyediaan sertifikat SSL/TLS secara otomatis. Melalui konfigurasi tersebut, permintaan (traffic) yang masuk ke domain aplikasi diteruskan menuju server tempat aplikasi dijalankan.

Source code aplikasi dikelola menggunakan Git dan disimpan pada repository GitHub sebagai version control. Konfigurasi layanan yang bersifat sensitif, seperti kredensial basis data MySQL, secret key aplikasi Laravel (APP\_KEY), serta API key Gemini AI, disimpan dalam berkas environment (.env) pada server dan tidak disertakan ke dalam repository, sehingga informasi sensitif tersebut tidak diketahui oleh pihak yang tidak berkepentingan.

Modul live chat pada penelitian ini memanfaatkan Laravel Reverb sebagai server WebSocket untuk mendukung komunikasi real-time antara pengguna, chatbot, dan admin. Pada lingkungan produksi, proses Reverb dijalankan sebagai proses latar belakang (background process) yang berjalan secara terus-menerus, sehingga koneksi WebSocket dapat berjalan stabil tanpa perlu dijalankan ulang secara manual. Hal ini penting dilakukan mengingat layanan WebSocket bersifat koneksi persisten yang berbeda dengan mekanisme request-response HTTP pada umumnya.

Setelah proses deployment selesai dilakukan, aplikasi dapat diakses oleh masyarakat maupun admin Dinas PUPR Kabupaten Garut melalui domain yang telah dikonfigurasi,

dengan seluruh fitur utama seperti pengiriman pesan pada live chat, respons otomatis dari Chatbot Gemini AI "SAPA PUPR Garut", serta mekanisme handover ke admin tetap berjalan sesuai dengan hasil perancangan pada tahap sebelumnya.



## **BAB 6**

### **PENUTUP**

#### **6.1 Kesimpulan**

Penelitian ini berhasil mengembangkan Modul *Live Chat Hybrid* dengan integrasi Chatbot Gemini AI pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Garut sebagai solusi atas keterbatasan saluran komunikasi yang selama ini hanya bersifat satu arah, yaitu melalui kunjungan langsung ke kantor maupun WhatsApp hotline dinas yang responsnya sangat bergantung pada ketersediaan petugas. Berdasarkan hasil pengembangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini berhasil menyediakan mekanisme komunikasi dua arah pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut melalui modul live chat berbasis Laravel yang terintegrasi dengan Laravel Reverb (WebSocket), sehingga masyarakat dapat bertanya dan memperoleh tanggapan langsung dalam satu kanal percakapan tanpa harus datang ke kantor atau menunggu balasan WhatsApp hotline. Dengan demikian, permasalahan pertama pada Bab 1 telah berhasil dijawab.
2. Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem yang mampu menangani pertanyaan masyarakat yang secara otomatis melalui Chatbot Gemini AI "SAPA PUPR Garut", yang menghasilkan respons berdasarkan data resmi website tanpa perlu pelatihan ulang model. Sistem juga dilengkapi mekanisme handover yang mengalihkan percakapan ke admin ketika jawaban belum cukup membantu, tanpa mengharuskan pertanyaan diulang. Dengan demikian, permasalahan kedua pada Bab 1 telah berhasil dijawab.
3. Keberhasilan pencapaian kedua hal tersebut didukung oleh hasil pengujian yang telah dilakukan, di mana Black Box Testing terhadap 6 use case menunjukkan seluruh fungsi live chat, respons chatbot, dan mekanisme handover berjalan sesuai kebutuhan fungsional, sementara hasil User Acceptance Testing (UAT) yang melibatkan 4 responden (2 masyarakat dan 2 admin) memperoleh tingkat penerimaan 100%, menunjukkan indikasi awal yang positif terhadap penerimaan sistem oleh pengguna.

#### **6.2 Saran**

Mengembangkan sistem dengan menambahkan fitur antrean berbasis tiket pada sisi masyarakat, karena saat ini masyarakat belum memperoleh kepastian mengenai berapa lama waktu tunggu hingga percakapan ditanggapi admin. Dengan fitur ini, masyarakat dapat mengetahui nomor urut atau estimasi waktu tunggu mereka secara langsung.



## DAFTAR PUSTAKA

- [ALI24] Aliyah, N., Hartono, N., dan Muin, A. A., "Penggunaan User Acceptance Testing (UAT) Pada Pengujian Sistem Informasi Pengelolaan Keuangan dan Inventaris Barang", *Switch: Jurnal Sains dan Teknologi Informasi*, Vol. 3, Nomor 1, hlm. 84–100, 2024. doi: 10.62951/switch.v3i1.330.
- [ALV25] Alvin, A., Robet, R., dan Tarigan, F. A., "Implementasi Chatbot Otomatis Akademik Berbasis Web Menggunakan LLM dan Rule-Based System Studi Kasus: STMIK Time", *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, Vol. 9, Nomor 3, 2025.
- [ANU25] Anugrah, I. K., Almahdhar, S. M. R., Nurraniah, S., Kamil, R. R., dan Darmawan, I., "Implementasi dan Tantangan Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE) melalui Aplikasi SALAMAN dalam Mewujudkan Transformasi Digital Pemerintahan Kota Bandung", *Jurnal Penelitian Nusantara*, Vol. 1, 2025.
- [DEC24] Decelis, K., "From Expectations to Satisfaction: A Comparative Study of Customer Interactions with AI Chatbots vs Human Agents in e-Commerce Settings", hlm. 179–190, 2024.
- [EKA24] Eka Putra, F. P., Muslim, F., Hasanah, N., Holipah, Paradina, R., dan Alim, R., "Analisis Komparasi Protokol Websocket dan MQTT Dalam Proses Push Notification", *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, Vol. 5, 2024.
- [GEM25] Gemini Team et al., "Gemini: A Family of Highly Capable Multimodal Models", hlm. 1–90, 2025. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2312.11805>
- [HUY22] Huynh, T. S., Tran, D. T., Vu, Q. H. N., dan Nguyen, L. A. T., "Design and Implementation of Web Application Based on MVC Laravel Architecture", *European Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, Vol. 6, Nomor 4, Agustus 2022.
- [LAR25] Laravel, "Installation - Laravel 12.x - The PHP Framework For Web Artisans." Accessed: Nov. 28, 2025. [Online]. Available: <https://laravel.com/docs/12.x#why-laravel>
- [LAR26] Laravel, "Laravel Reverb | Laravel 12.x - The clean stack for Artisans and agents." Accessed: Mar. 08, 2026. [Online]. Available: <https://laravel.com/docs/12.x/reverb>
- [MUT24] Mutiarin, D., Khaerah, N., Nyssa, A. V. I., dan Nasrulhaq, N., "E-Government

- Development: Catalysing Agile Governance Transformation in Indonesia", *Journal of Contemporary Governance and Public Policy*, Vol. 5, Nomor 1, 2024.
- [NAS25] Nasukha, A., Zulhidayat, Z., Nizar, D. A., Saputri, I., Ilham, R., dan Pratama, R., "Perancangan Prototipe Portal Informasi Kementerian Agama Kota Jambi", *RIGGS Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, Vol. 4, Nomor 2, 2025.
- [ORA25] Oracle, "MySQL: Understanding What It Is and How It's Used." Accessed: Nov. 28, 2025. [Online]. Available: <https://www.oracle.com/mysql/what-is-mysql/>
- [PRE10] Pressman, R. S., *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 7th ed. New York, 2010. doi: 10.1145/336512.336521.
- [PUT24] Putri, S. J., Putri, D. G. P., dan Putra, W. H. N., "Analisis Komparasi pada Teknik Black Box Testing (Studi Kasus: Website Lars)", *Journal of Internet Software Engineering*, Vol. 5, Nomor 1, 2024.
- [RAH23] Rahmi, E. R., Yumami, E., dan Hidayasari, N., "Analisis Metode Pengembangan Sistem Informasi Berbasis Website: Systematic Literature Review", *REMIK*, Vol. 7, Nomor 1, Januari 2023.
- [SUG17] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Alfabeta, Bandung, 2017.
- [YUN19] Yuniar, E. dan Purnomo, H., "Implementasi Chatbot 'ALITTA' Asisten Virtual dari Balittas sebagai Pusat Informasi di Balittas", *Antivirus: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, Vol. 13, Nomor 1, 2019.

# LAMPIRAN

## Lampiran A Berita Wawancara

| Berita Acara Wawancara                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hari, Tanggal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | : Kamis, 16 April 2026                                                                                       |
| Waktu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | : 13.00 s.d. 14.00 WIB                                                                                       |
| Tempat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | : Mal Pelayanan Publik Kabupaten Garut                                                                       |
| Narasumber                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | : Komariah S.P.                                                                                              |
| Topik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | : Analisis Proses Pelayanan Informasi dan Kebutuhan Sistem Live Chat pada Website Dinas PUPR Kabupaten Garut |
| <b>Uraian Kegiatan</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                              |
| Wawancara ini dilakukan dalam rangka pengumpulan data untuk penelitian tugas akhir mengenai Pengembangan Modul Live Chat Hybrid dengan Chatbot Gemini AI pada Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Garut. Wawancara bertujuan untuk menggali informasi mengenai mekanisme pelayanan informasi yang berjalan saat ini, jenis pertanyaan yang sering diajukan masyarakat, kendala yang dihadapi, serta kebutuhan sistem komunikasi interaktif berbasis website. |                                                                                                              |
| <b>Uraian Kegiatan</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                              |
| <b>A. Kondisi Pelayanan Saat Ini</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                              |
| <b>1. Bagaimana mekanisme pelayanan informasi kepada masyarakat yang berjalan saat ini di Dinas PUPR Kabupaten Garut?</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                              |
| Selama ini kami melayani informasi secara langsung di kantor, jadi masyarakat datang untuk bertanya kepada petugas. Selain itu, ada juga yang melalui WhatsApp hotline dinas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                              |
| <b>2. Media komunikasi apa saja yang digunakan masyarakat untuk mengajukan pertanyaan atau permintaan informasi?</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                              |
| Masyarakat biasanya datang langsung ke kantor atau menghubungi melalui WhatsApp hotline dinas. Namun, tidak semua masyarakat mengetahui kontak tersebut, jadi masih banyak yang memilih datang langsung.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                              |
| <b>3. Berapa rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk merespons pertanyaan masyarakat?</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |

Lampiran A Berita Wawancara

Kalau datang langsung, bisa langsung dijawab di tempat. Tapi kalau lewat whatsapp hotline, kadang baru bisa direspons setelah beberapa jam bahkan keesokan harinya, tergantung pertanyaan dan juga ketersediaan petugas

**4. Apa saja kendala utama dalam proses pelayanan informasi saat ini?**

Kendalanya karena jumlah petugas terbatas dan pertanyaan yang masuk cukup banyak. Di setiap bidang hanya terdapat sekitar tiga hingga empat orang termasuk kepala bidang, sehingga kapasitas untuk melayani pertanyaan secara langsung sangat terbatas. Proses pelayanan pun masih kami lakukan secara manual, jadi setiap pertanyaan harus kami tangani satu per satu. Kalau pertanyaannya sama, biasanya tetap harus dijelaskan ulang, sehingga cukup memakan waktu dan tidak selalu bisa langsung kami jawab

**B. Jenis dan Pola Pertanyaan**

**5. Apa saja jenis pertanyaan yang paling sering diajukan oleh masyarakat?**

Pertanyaan yang paling sering diajukan oleh masyarakat umumnya berkaitan dengan layanan yang tersedia di Dinas PUPR, seperti KRK, PKKPR, Peil Banjir, Irigasi Teknis, RUMIJA, SITEPLAN, PBG, SLF. Masyarakat biasanya menanyakan mengenai persyaratan yang harus dipenuhi, prosedur pengajuan, serta alur proses dari masing-masing layanan tersebut. Secara lebih spesifik, bentuk pertanyaan yang paling sering muncul antara lain: "Kapan ini selesai?", "Berapa hari prosesnya?", "Ke mana saya harus mengajukan?", "Apa saja persyaratan yang harus saya bawa?", "Ke mana saya harus menghubungi?", dan "Ke mana saya harus mengambil setelah selesai?".

**6. Apakah pertanyaan yang masuk cenderung berulang atau bervariasi?**

Iya, sebagian besar pertanyaan yang masuk bersifat berulang. Banyak masyarakat yang menanyakan hal yang sama terkait persyaratan dan prosedur layanan, jadi kami sering menjelaskan hal yang sama berulang kali.

**7. Dalam kondisi seperti apa pertanyaan perlu ditangani langsung oleh petugas?**

Pertanyaan perlu ditangani langsung oleh petugas jika membutuhkan penjelasan yang lebih spesifik dan tidak dapat dijawab hanya berdasarkan informasi umum yang tersedia. Hal ini biasanya terjadi ketika masyarakat memiliki kondisi atau kebutuhan yang berbeda.

### **C. Kebutuhan Sistem**

- 8. Menurut Ibu, apakah fitur live chat pada website akan membantu pelayanan informasi? Mengapa?**

Menurut saya sangat membantu. Dengan adanya live chat, masyarakat tidak perlu datang jauh-jauh ke kantor hanya untuk bertanya informasi umum. Selain itu, kami juga bisa lebih fokus menangani hal-hal yang memang perlu ditangani langsung.

- 9. Seberapa penting respon cepat dalam pelayanan informasi kepada masyarakat?**

Sangat penting. Masyarakat sekarang sudah terbiasa dengan layanan yang cepat. Kalau menunggu terlalu lama, mereka bisa kecewa. Respons yang cepat juga mencerminkan bahwa dinas serius dalam melayani masyarakat.

- 10. Apakah setuju jika pertanyaan umum ditangani otomatis oleh chatbot berbasis AI?**

Setuju, asal informasinya akurat dan sesuai dengan data dinas. Untuk pertanyaan-pertanyaan yang sudah umum dan jawabannya tidak berubah, tidak perlu petugas yang menjawab satu per satu. Chatbot bisa sangat membantu untuk itu.

- 11. Dalam kondisi apa percakapan perlu dialihkan dari chatbot ke petugas ?**

Percakapan perlu dialihkan ke petugas ketika pertanyaan yang diajukan tidak termasuk dalam kategori informasi umum yang dapat dijawab oleh chatbot. Hal ini biasanya terjadi ketika pengguna membutuhkan penjelasan yang lebih spesifik atau sesuai dengan kondisi masing-masing, sehingga memerlukan bantuan langsung dari petugas.

### **D. Data & Sumber Informasi**

- 13. Informasi atau data apa saja yang biasanya digunakan sebagai referensi dalam menjawab pertanyaan masyarakat?**

Biasanya kami menjawab berdasarkan informasi layanan yang ada di dinas, seperti persyaratan, prosedur, dan alur layanan. Informasi tersebut biasanya sudah tersedia dalam bentuk dokumen atau informasi yang memang sudah

sering disampaikan ke masyarakat. Selain itu, kami juga mengacu pada pengalaman dalam menangani pertanyaan sebelumnya, karena banyak pertanyaan yang sebenarnya hampir sama, terutama terkait layanan

**14. Bagaimana format penyimpanan data tersebut (database, dokumen, atau website)?**

Selama ini sebagian besar dalam bentuk dokumen fisik atau file di komputer masing-masing petugas.

**E. Operasional & Harapan**

**15. Apa harapan Ibu terhadap sistem live chat hybrid yang akan dikembangkan pada website dinas?**

Harapannya sistem ini bisa membantu kami dalam memberikan pelayanan informasi kepada masyarakat dengan lebih cepat dan tidak harus selalu dilakukan secara langsung di kantor. Dengan adanya sistem ini, masyarakat juga bisa lebih mudah mendapatkan informasi tanpa harus datang langsung.

Selain itu, kami berharap sistem ini bisa membantu mengurangi pertanyaan yang berulang, sehingga kami bisa lebih fokus menangani hal-hal yang memang membutuhkan penanganan langsung.

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil wawancara dengan petugas pelayanan Dinas PUPR Kabupaten Garut, diketahui bahwa pelayanan informasi masih banyak dilakukan secara langsung di kantor, meskipun sudah ada komunikasi melalui WhatsApp. Namun, penggunaannya masih sebatas komunikasi biasa dan belum mendukung pelayanan secara optimal. Selain itu, respon melalui WhatsApp belum konsisten karena bergantung pada ketersediaan petugas. Di sisi lain, proses pelayanan masih dilakukan secara manual, sehingga setiap pertanyaan harus ditangani langsung oleh petugas. Hal ini kurang efisien karena sebagian besar pertanyaan bersifat berulang, terutama terkait persyaratan dan prosedur layanan. Selain itu, informasi yang digunakan sebagai referensi juga belum terkelola secara terpusat. Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan sistem yang dapat membantu memberikan respon cepat untuk pertanyaan umum serta tetap memungkinkan petugas menangani pertanyaan yang membutuhkan penjelasan lebih lanjut.

## Dokumentasi



Mengetahui

Penyusun Tugas akhir

Moch Zuhdi Maulana Nabilah  
223040101

Narasumber

Komariah S.P.  
197811192025212005

## Lampiran B Dokumentasi Video Viral

Link Video :

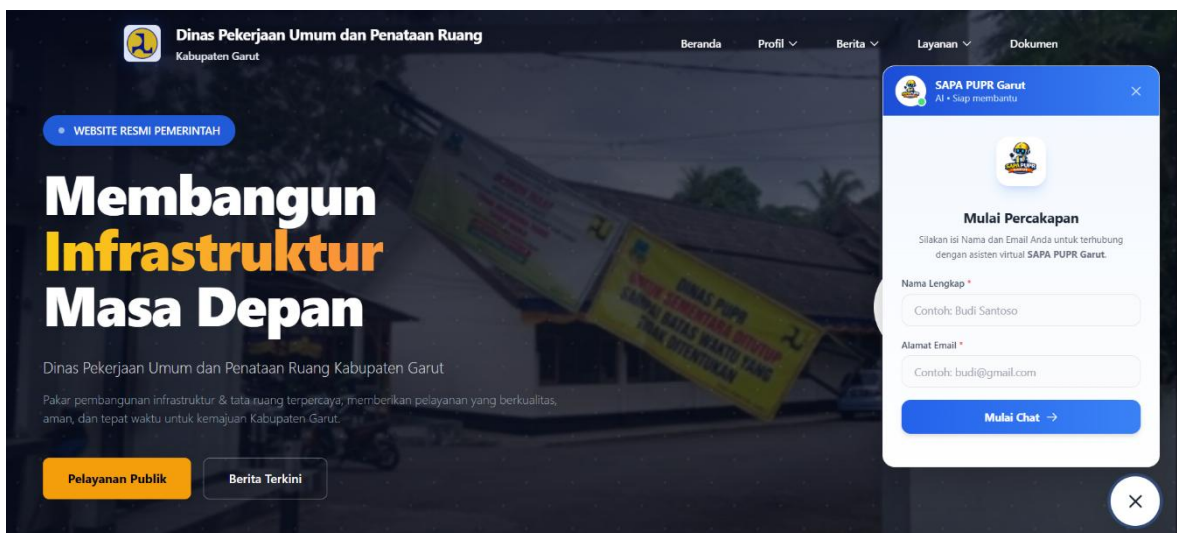
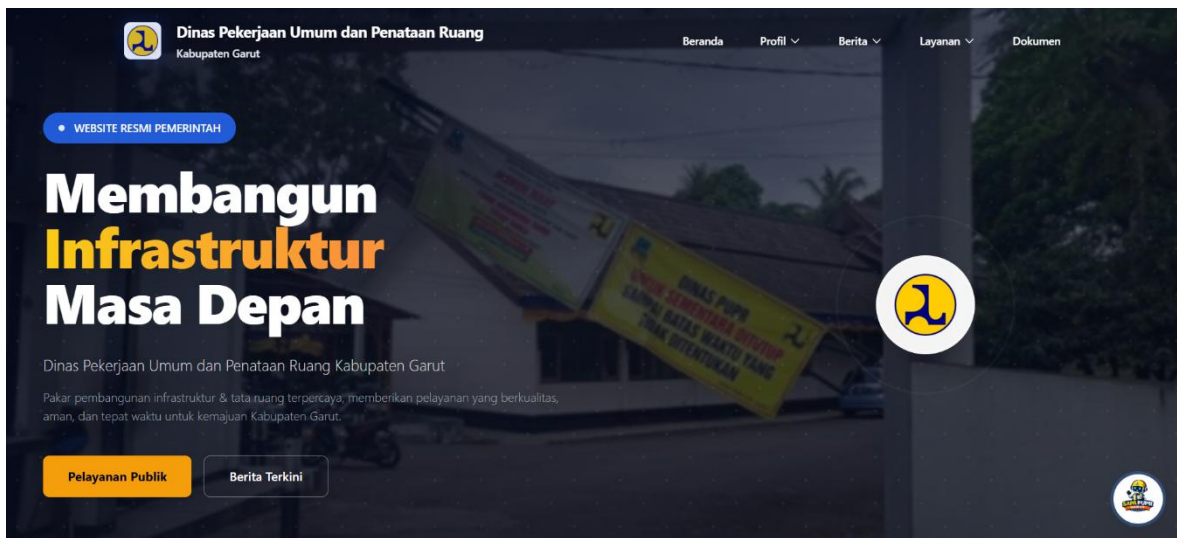
[https://drive.google.com/file/d/1osnnF4mbZ\\_JIsIC3NKNWFsrcClAWyeY/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1osnnF4mbZ_JIsIC3NKNWFsrcClAWyeY/view?usp=sharing)

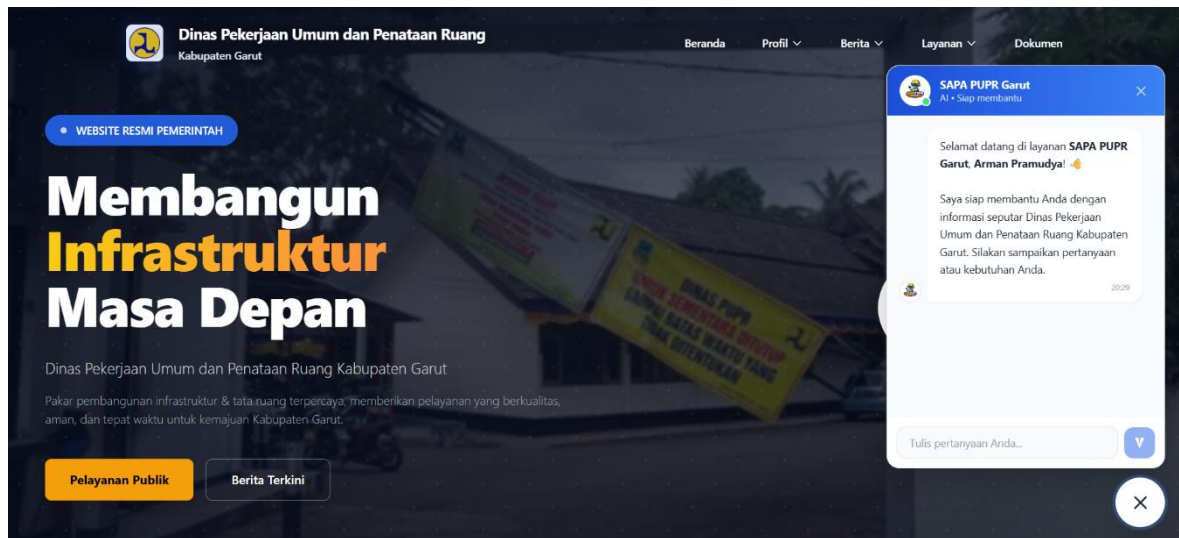


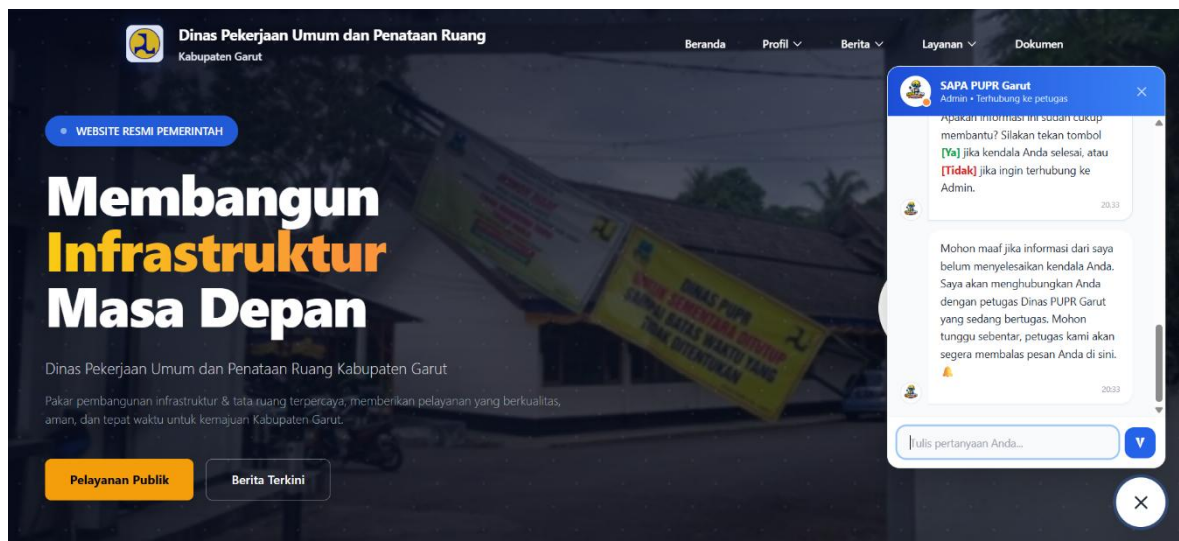
*Lampiran B Dokumentasi Video Viral*



## Lampiran C Antarmuka Sisi Masyarakat









## Lampiran D Antarmuka Sisi Admin


**Admin Panel**  
PUPR Garut

- Pengumuman
- Dokumen
- PROFIL
- Sejarah
- Visi & Misi
- Struktur Organisasi
- Pejabat Struktural
- LAYANAN
- Layanan Publik
- Pengaduan
- Kontak
- Live Chat SAPA 2

### Dashboard

Ringkasan data dan statistik

Total Berita  
**8**

Total Pengumuman  
**6**

Total Dokumen  
**12**

Total Pengaduan  
**0**  
0 baru

#### Status Pengaduan

**0** Baru  
Menunggu ditangani

**0** Diproses  
Sedang ditangani

**0** Selesai  
Sudah ditangani

#### Status Kontak

**0** Baru  
Menunggu dibalas

**0** Dibalas  
Sudah dibalas

**0** Selesai  
Sudah selesai


**Admin Panel**  
PUPR Garut

- Pengumuman
- Dokumen
- PROFIL
- Sejarah
- Visi & Misi
- Struktur Organisasi
- Pejabat Struktural
- LAYANAN
- Layanan Publik
- Pengaduan
- Kontak
- Live Chat SAPA 2

### Dashboard

Selamat datang di Admin Panel

#### SAPA Chat Dashboard

Monitor & tangani sesi Live Chat Hybrid secara real-time

Real-time aktif

Total Sesi  
**10**

Mode Bot  
**4**

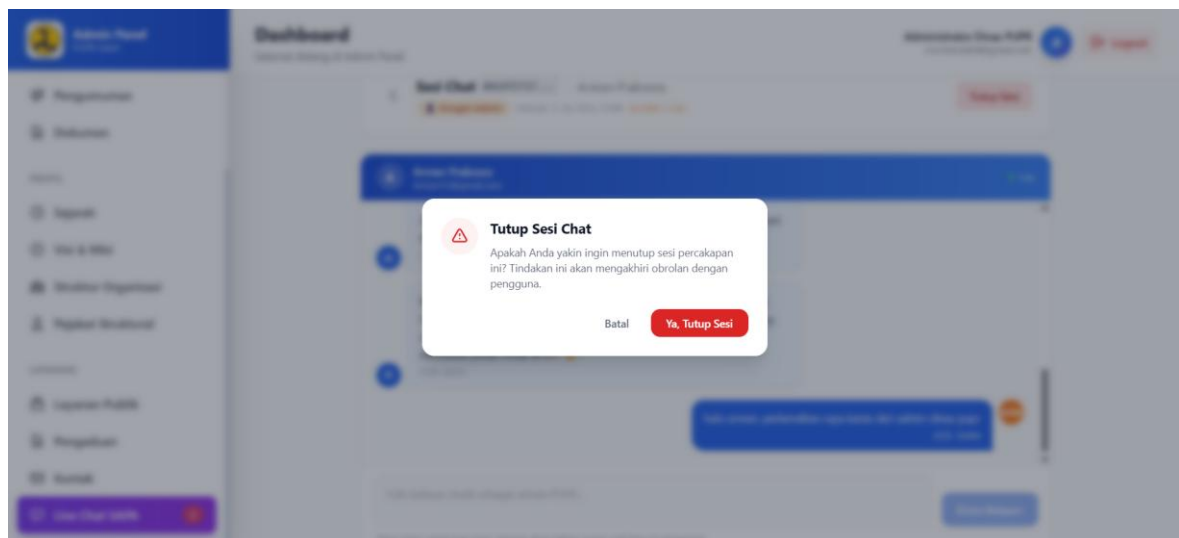
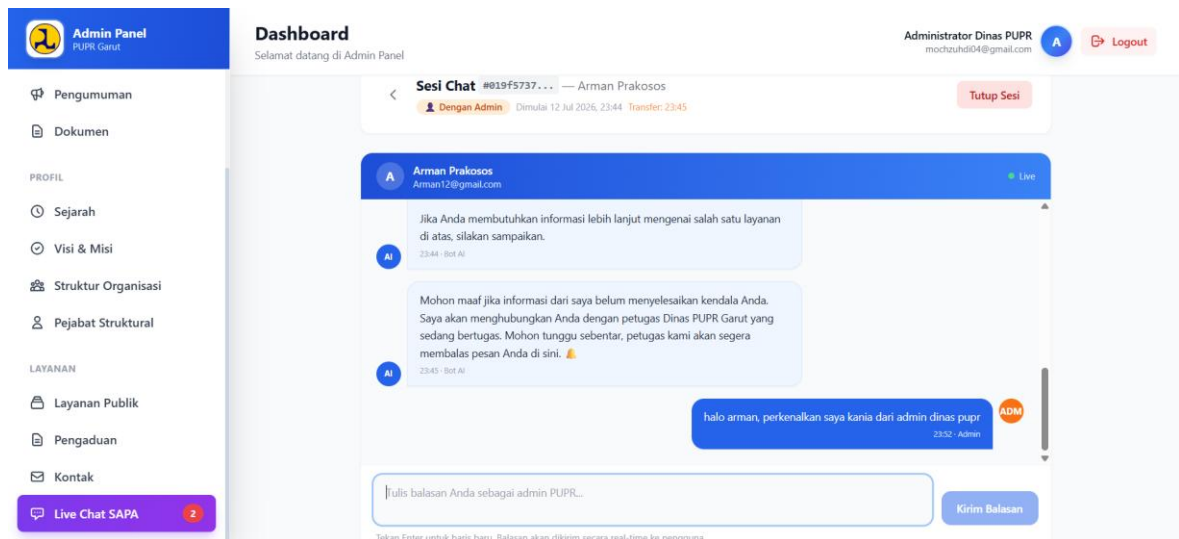
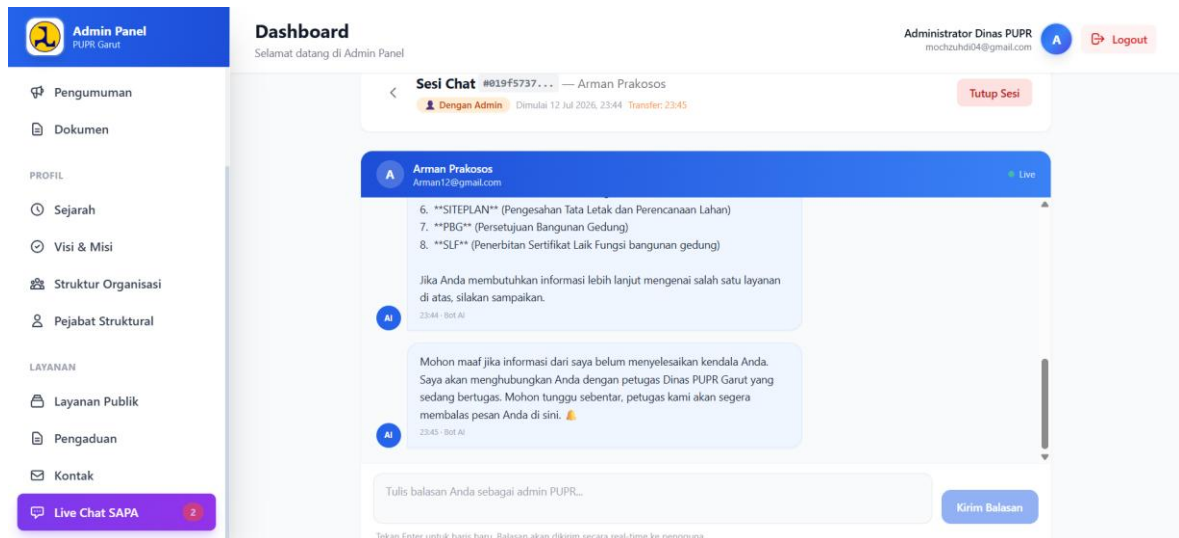
Butuh Admin  
**2**

Selesai  
**4**

Belum Dibaca  
**2**

Semua Butuh Admin Mode Bot Selesai

| PENGGUNA                                                       | STATUS      | PESAN TERAKHIR                                     | WAKTU                                         |
|----------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <div>A</div> Administrator Dinas PUPR<br>mochzuhdi04@gmail.com | Selesai     | Selamat datang di layanan **SAPA PUPR Garut**, ... | 3 menit yang lalu<br>Lihat                    |
| <div>A</div> Arman Prakosos<br>Arman12@gmail.com               | Butuh Admin | Selamat datang di layanan **SAPA PUPR Garut**, ... | 5 menit yang lalu<br>Transfer: 23:45<br>Balas |
| <div>R</div> Rayhan<br>m.zuhdi.m.n.04@gmail.com                | Butuh Admin | Selamat datang di layanan **SAPA PUPR Garut**, ... | 2 jam yang lalu<br>Transfer: 21:22<br>Balas   |
| <div>M</div> maman<br>maman@gmail.com                          | Selesai     | Selamat datang di layanan **SAPA PUPR Garut**, ... | 4 jam yang lalu<br>Lihat                      |







## Lampiran E UAT Masyarakat

### FORMULIR PENGUJIAN PENERIMAAN PENGGUNA (USER ACCEPTANCE TESTING / UAT) UNTUK MASYARAKAT

#### A. INFORMASI DOKUMEN

Nomor Dokumen : UAT- LCH-MASYARAKAT-001  
Nama Sistem : Modul Live Chat Hybrid dengan Chatbot Gemini AI – Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut  
Versi Sistem : 1.0.0  
Tanggal Pengujian : 13 Juli 2026  
Penguji : Lutfhi

#### B. PETUNJUK PENGISIAN

1. Bacalah setiap pernyataan pengujian dengan seksama.
2. Lakukan pengujian langsung pada sistem Modul Live Chat Hybrid sesuai pernyataan yang tertera.
3. Beri tanda (✓) pada kolom **Ya** jika fitur berfungsi sesuai pernyataan, atau kolom **Tidak** jika tidak berfungsi.
4. Isi kolom **Catatan** jika terdapat temuan, kendala, atau masukan terhadap fitur yang diuji.
5. Isi kesimpulan dan tanda tangan pada bagian akhir formulir.

#### C. DAFTAR PERNYATAAN PENGUJIAN

| No | Fitur yang Diuji           | Pernyataan Pengujian                                                                                                                            | Ya | Tidak | Catatan |
|----|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|---------|
| 1  | Aksesibilitas Fitur        | Fitur live chat mudah ditemukan dan diakses pada halaman website                                                                                | ✓  |       |         |
| 2  | Memulai Percakapan         | Proses memulai percakapan (mengisi nama dan email) mudah dipahami dan dilakukan                                                                 | ✓  |       |         |
| 3  | Tampilan Pesan Real-time   | Pesan yang dikirimkan langsung tampil pada layar chat tanpa perlu memuat ulang halaman                                                          | ✓  |       |         |
| 4  | Respons Chatbot            | Jawaban chatbot diberikan dengan cepat setelah pertanyaan dikirimkan                                                                            | ✓  |       |         |
| 5  | Relevansi Jawaban Chatbot  | Jawaban yang diberikan chatbot relevan dan sesuai dengan pertanyaan yang diajukan                                                               | ✓  |       |         |
| 6  | Verifikasi Jawaban         | Pilihan verifikasi [Ya]/[Tidak] setelah jawaban chatbot mudah dipahami fungsinya                                                                | ✓  |       |         |
| 7  | Kelanjutan Percakapan      | Ketika memilih "Tidak", percakapan tetap berlanjut pada kolom yang sama tanpa perlu mengulang pertanyaan                                        | ✓  |       |         |
| 8  | Handover ke Admin          | Balasan dari admin diterima dengan baik setelah percakapan dialihkan                                                                            | ✓  |       |         |
| 9  | Kompatibilitas Perangkat   | Tampilan live chat nyaman digunakan baik melalui perangkat komputer maupun ponsel                                                               | ✓  |       |         |
| 10 | Fungsionalitas Keseluruhan | Secara keseluruhan, fitur live chat ini membantu memperoleh informasi Dinas PUPR tanpa harus datang ke kantor atau menghubungi WhatsApp hotline | ✓  |       |         |

#### D. KESIMPULAN PENGUJIAN

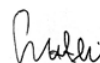
|                        |                                     |
|------------------------|-------------------------------------|
| Jumlah Item Diuji      | 10 Item                             |
| Jumlah Jawaban "Ya"    | 10 Item                             |
| Jumlah Jawaban "Tidak" | 0 Item                              |
| Persentase Penerimaan  | 100 %                               |
| Kesimpulan             | Sistem Diterima dan layak digunakan |
| Catatan Tambahan       | <br><br>                            |

#### E. PERNYATAAN DAN TANDA TANGAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa pengujian telah dilakukan secara langsung dan hasil yang tercatat dalam formulir ini adalah benar adanya.

Garut, 13 Juli 2026

Penguji



Lutfhi

**FORMULIR PENGUJIAN PENERIMAAN PENGGUNA  
(USER ACCEPTANCE TESTING / UAT)  
UNTUK MASYARAKAT**

**A. INFORMASI DOKUMEN**

Nomor Dokumen : UAT- -LCH-MASYARAKAT-002  
 Nama Sistem : Modul Live Chat Hybrid dengan Chatbot Gemini AI – Website Portal  
 Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut  
 Versi Sistem : 1.0.0  
 Tanggal Pengujian : 13 Juli 2026  
 Penguji : Heti

**B. PETUNJUK PENGISIAN**

1. Bacalah setiap pernyataan pengujian dengan seksama.
2. Lakukan pengujian langsung pada sistem Modul Live Chat Hybrid sesuai pernyataan yang tertera.
3. Beri tanda (✓) pada kolom **Ya** jika fitur berfungsi sesuai pernyataan, atau kolom **Tidak** jika tidak berfungsi.
4. Isi kolom **Catatan** jika terdapat temuan, kendala, atau masukan terhadap fitur yang diuji.
5. Isi kesimpulan dan tanda tangan pada bagian akhir formulir.

**C. DAFTAR PERNYATAAN PENGUJIAN**

| No | Fitur yang Diuji           | Pernyataan Pengujian                                                                                                                            | Ya | Tidak | Catatan |
|----|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|---------|
| 1  | Aksesibilitas Fitur        | Fitur live chat mudah ditemukan dan diakses pada halaman website                                                                                | ✓  |       |         |
| 2  | Memulai Percakapan         | Proses memulai percakapan (mengisi nama dan email) mudah dipahami dan dilakukan                                                                 | ✓  |       |         |
| 3  | Tampilan Pesan Real-time   | Pesan yang dikirimkan langsung tampil pada layar chat tanpa perlu memuat ulang halaman                                                          | ✓  |       |         |
| 4  | Respons Chatbot            | Jawaban chatbot diberikan dengan cepat setelah pertanyaan dikirimkan                                                                            | ✓  |       |         |
| 5  | Relevansi Jawaban Chatbot  | Jawaban yang diberikan chatbot relevan dan sesuai dengan pertanyaan yang diajukan                                                               | ✓  |       |         |
| 6  | Verifikasi Jawaban         | Pilihan verifikasi [Ya][Tidak] setelah jawaban chatbot mudah dipahami fungsinya                                                                 | ✓  |       |         |
| 7  | Kelanjutan Percakapan      | Ketika memilih "Tidak", percakapan tetap berlanjut pada kolom yang sama tanpa perlu mengulang pertanyaan                                        | ✓  |       |         |
| 8  | Handover ke Admin          | Balasan dari admin diterima dengan baik setelah percakapan dialihkan                                                                            | ✓  |       |         |
| 9  | Kompatibilitas Perangkat   | Tampilan live chat nyaman digunakan baik melalui perangkat komputer maupun ponsel                                                               | ✓  |       |         |
| 10 | Fungsionalitas Keseluruhan | Secara keseluruhan, fitur live chat ini membantu memperoleh informasi Dinas PUPR tanpa harus datang ke kantor atau menghubungi WhatsApp hotline | ✓  |       |         |

**D. KESIMPULAN PENGUJIAN**

|                        |                                     |
|------------------------|-------------------------------------|
| Jumlah Item Diuji      | 10 item                             |
| Jumlah Jawaban "Ya"    | 10 item                             |
| Jumlah Jawaban "Tidak" | 0 item                              |
| Persentase Penerimaan  | 100 %                               |
| Kesimpulan             | Sistem Diterima dan layak digunakan |
| Catatan Tambahan       | .....<br>.....<br>.....             |

**E. PERNYATAAN DAN TANDA TANGAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa pengujian telah dilakukan secara langsung dan hasil yang tercatat dalam formulir ini adalah benar adanya.

Garut, 13 Juli 2026

Penguji



Heti

# Lampiran F UAT Dinas PUPR

## FORMULIR PENGUJIAN PENERIMAAN PENGGUNA (USER ACCEPTANCE TESTING / UAT) UNTUK ADMIN DINAS PUPR

### A. INFORMASI DOKUMEN

Nomor Dokumen : UAT- -LCH-ADMIN-001  
Nama Sistem : Modul Live Chat Hybrid dengan Chatbot Gemini AI – Website Portal Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut  
Versi Sistem : 1.0.0  
Tanggal Pengujian : 13 Juli 2026  
Penguji : Nenden Yuli Supresiani S.Sos  
Jabatan : Kasubag Umum dan Kepegawaian Dinas PUPR Kabupaten Garut

### B. PETUNJUK PENGISIAN

- Bacalah setiap pernyataan pengujian dengan seksama.
- Lakukan pengujian langsung pada sistem Modul Live Chat Hybrid sesuai pernyataan yang tertera.
- Beri tanda (✓) pada kolom **Ya** jika fitur berfungsi sesuai pernyataan, atau kolom **Tidak** jika tidak berfungsi.
- Isi kolom **Catatan** jika terdapat temuan, kendala, atau masukan terhadap fitur yang diuji.
- Isi kesimpulan dan tanda tangan pada bagian akhir formulir.

### C. DAFTAR PERNYATAAN PENGUJIAN

| No | Fitur yang Diuji            | Pernyataan Pengujian                                                                                                  | Ya | Tidak | Catatan |
|----|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|---------|
| 1  | Akses Dashboard             | Admin dapat masuk ke dashboard pengelolaan percakapan dengan mudah                                                    | ✓  |       |         |
| 2  | Ringkasan Status Percakapan | Dashboard menampilkan ringkasan jumlah percakapan (ditangani bot, menunggu admin, selesai, belum dibaca) dengan jelas | ✓  |       |         |
| 3  | Notifikasi Handover         | Admin menerima notifikasi secara langsung ketika ada percakapan yang dialihkan dari chatbot                           | ✓  |       |         |
| 4  | Riwayat Percakapan          | Admin dapat dengan mudah membuka dan membaca riwayat percakapan                                                       | ✓  |       |         |
| 5  | Filter & Pencarian          | Fitur filter dan pencarian percakapan berdasarkan status memudahkan admin menemukan percakapan yang dituju            | ✓  |       |         |
| 6  | Balas Pesan                 | Admin dapat mengirim balasan kepada masyarakat dengan mudah dan balasan langsung tersampaikan                         | ✓  |       |         |
| 7  | Mengakhiri Sesi             | Admin dapat mengakhiri sesi percakapan setelah pertanyaan masyarakat selesai ditangani                                | ✓  |       |         |
| 8  | Rekam Jejak Layanan         | Riwayat percakapan yang telah selesai tetap dapat ditelusuri kembali sebagai rekam jejak layanan                      | ✓  |       |         |
| 9  | Efisiensi Beban Kerja       | Penggunaan fitur live chat hybrid ini membantu mengurangi beban kerja admin dalam menjawab pertanyaan yang berulang   | ✓  |       |         |

| No | Fitur yang Diuji           | Pernyataan Pengujian                                                                                                                | Ya | Tidak | Catatan |
|----|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|---------|
| 10 | Fungsionalitas Keseluruhan | Secara keseluruhan, sistem ini membantu Dinas PUPR memberikan pelayanan informasi yang lebih cepat dan interaktif kepada masyarakat | ✓  |       |         |

### D. KESIMPULAN PENGUJIAN

|                        |                                     |
|------------------------|-------------------------------------|
| Jumlah Item Diuji      | 10 item                             |
| Jumlah Jawaban "Ya"    | 10 item                             |
| Jumlah Jawaban "Tidak" | 0 item                              |
| Persentase Penerimaan  | 100 %                               |
| Kesimpulan             | Sistem Diterima dan layak digunakan |
| Catatan Tambahan       |                                     |

### E. PERNYATAAN DAN TANDA TANGAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa pengujian telah dilakukan secara langsung dan hasil yang tercatat dalam formulir ini adalah benar adanya.

Garut, 13 Juli 2026

Penguji

Nendys

Nenden Yuli Supresiani S.Sos

**FORMULIR PENGUJIAN PENERIMAAN PENGGUNA  
(USER ACCEPTANCE TESTING / UAT)  
UNTUK ADMIN DINAS PUPR**

**A. INFORMASI DOKUMEN**

Nomor Dokumen : UAT- -LCH-ADMIN-002  
Nama Sistem : Modul Live Chat Hybrid dengan Chatbot Gemini AI – Website Portal  
Informasi dan Publikasi Dinas PUPR Kabupaten Garut  
Versi Sistem : 1.0.0  
Tanggal Pengujian : 13 Juli 2026  
Penguji : Komariah S.P.  
Jabatan : Penata Layanan Operasional

**B. PETUNJUK PENGISIAN**

1. Bacalah setiap pernyataan pengujian dengan seksama.
2. Lakukan pengujian langsung pada sistem Modul Live Chat Hybrid sesuai pernyataan yang tertera.
3. Beri tanda (✓) pada kolom **Ya** jika fitur berfungsi sesuai pernyataan, atau kolom **Tidak** jika tidak berfungsi.
4. Isi kolom **Catatan** jika terdapat temuan, kendala, atau masukan terhadap fitur yang diuji.
5. Isi kesimpulan dan tanda tangan pada bagian akhir formulir.

**C. DAFTAR PERNYATAAN PENGUJIAN**

| No | Fitur yang Diuji            | Pernyataan Pengujian                                                                                                  | Ya | Tidak | Catatan |
|----|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|---------|
| 1  | Akses Dashboard             | Admin dapat masuk ke dashboard pengelolaan percakapan dengan mudah                                                    | ✓  |       |         |
| 2  | Ringkasan Status Percakapan | Dashboard menampilkan ringkasan jumlah percakapan (ditangani bot, menunggu admin, selesai, belum dibaca) dengan jelas | ✓  |       |         |
| 3  | Notifikasi Handover         | Admin menerima notifikasi secara langsung ketika ada percakapan yang dialihkan dari chatbot                           | ✓  |       |         |
| 4  | Riwayat Percakapan          | Admin dapat dengan mudah membuka dan membaca riwayat percakapan                                                       | ✓  |       |         |
| 5  | Filter & Pencarian          | Fitur filter dan pencarian percakapan berdasarkan status memudahkan admin menemukan percakapan yang diuju             | ✓  |       |         |
| 6  | Balas Pesan                 | Admin dapat mengirim balasan kepada masyarakat dengan mudah dan balasan langsung tersampaikan                         | ✓  |       |         |
| 7  | Mengakhiri Sesi             | Admin dapat mengakhiri sesi percakapan setelah pertanyaan masyarakat selesai ditangani                                | ✓  |       |         |
| 8  | Rekam Jejak Layanan         | Riwayat percakapan yang telah selesai tetap dapat ditelusuri kembali sebagai rekam jejak layanan                      | ✓  |       |         |
| 9  | Efisiensi Beban Kerja       | Penggunaan fitur live chat hybrid ini membantu mengurangi beban kerja admin dalam menjawab pertanyaan yang berulang   | ✓  |       |         |

| No | Fitur yang Diuji           | Pernyataan Pengujian                                                                                                                | Ya | Tidak | Catatan |
|----|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|---------|
| 10 | Fungsionalitas Keseluruhan | Secara keseluruhan, sistem ini membantu Dinas PUPR memberikan pelayanan informasi yang lebih cepat dan interaktif kepada masyarakat | ✓  |       |         |

**D. KESIMPULAN PENGUJIAN**

|                        |                                     |
|------------------------|-------------------------------------|
| Jumlah Item Diuji      | 10 item                             |
| Jumlah Jawaban "Ya"    | 10 item                             |
| Jumlah Jawaban "Tidak" | 0 item                              |
| Persentase Penerimaan  | 100 %                               |
| Kesimpulan             | Sistem Diterima dan layak digunakan |
| Catatan Tambahan       | .....<br>.....<br>.....             |

**E. PERNYATAAN DAN TANDA TANGAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa pengujian telah dilakukan secara langsung dan hasil yang tercatat dalam formulir ini adalah benar adanya.

Garut, 13 Juli 2026

Penguji



Komariah S.P.