
PRIMMBASE: E-LKPD Berbasis PRIMM untuk Meningkatkan *Logical Thinking* dalam Pembelajaran Basis Data

Danis Keysara Saputra¹, Wahyudin¹, Latifahny Aridia Alfitri²

¹Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

daniskeysara@upi.edu

ABSTRACT

Learning Data Manipulation Language requires students not only to memorize SQL syntax but also to analyze table relationships, predict query outputs, identify errors, and construct appropriate queries. This study aimed to develop PRIMMBASE, a web-based electronic student worksheet integrating the Predict, Run, Investigate, Modify, and Make stages, and to examine students' logical thinking improvement and responses to its use. The study employed a Research and Development approach using the ADDIE model and a one-group pretest–posttest design. PRIMMBASE was implemented with 35 eleventh-grade Software Engineering students at a vocational high school, while the N-Gain analysis used 31 complete pretest–posttest pairs. Expert validation results reached 89.52% for media and content quality, 95.38% for conformity with PRIMM, and 100% for the virtual assistant's scaffolding functions. Students' logical thinking achieved an average N-Gain of 0.83, categorized as high. Analysis, synthesis, comparison, and classification showed high improvement, whereas generalization reached a moderate category. Students' responses obtained 87.11%, indicating a very positive evaluation of usability. These findings suggest that PRIMMBASE is feasible and potentially supports logical thinking through structured query-learning activities, although further studies involving control groups are required to confirm its effectiveness.

Keywords: database learning; electronic student worksheet; logical thinking; PRIMM; virtual assistant

Article history

Received:
18 July 2026

Revised:
12 August 2026

Accepted:
24 August 2026

Published:
15 September 2026

INTRODUCTION

Penyelenggaraan Kurikulum Merdeka pada pendidikan menengah mengacu pada Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 12 Tahun 2024 yang diubah melalui Peraturan Menteri Pendidikan Dasar dan Menengah Nomor 13 Tahun 2025 (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, 2025a). Pada Konsentrasi Keahlian Rekayasa Perangkat Lunak Fase F, Basis Data ditetapkan sebagai elemen kompetensi yang harus dikuasai peserta didik, mencakup pemahaman konsep, struktur, hierarki, aturan, komponen, instalasi, dan administrasi basis data, serta penerapan *Data Definition Language*, *Data Manipulation Language*, *Data Control Language*, perintah bertingkat, fungsi, prosedur tersimpan, *trigger*, pencadangan, pemulihan, dan replikasi untuk menyelesaikan permasalahan kontekstual (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, 2025b).

Tuntutan tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran *Data Manipulation Language* tidak cukup diarahkan pada kemampuan mengingat sintaks, tetapi juga perlu membimbing peserta didik memahami hubungan antara struktur tabel, kondisi, perintah, data, dan hasil eksekusi query. Pemahaman tersebut berkaitan dengan *logical thinking* karena peserta didik harus menyeleksi dan menafsirkan informasi, menghubungkan beberapa unsur, memeriksa kesesuaian hasil, serta menarik kesimpulan berdasarkan aturan yang digunakan (Bronkhorst et al., 2020). Dalam konteks DML, proses tersebut muncul ketika peserta didik menentukan data yang dibutuhkan, memprediksi hasil query, membandingkan hasil prediksi dengan hasil eksekusi, dan memperbaiki

perintah yang belum sesuai tujuan. Bronkhorst et al. (2020) menemukan bahwa peserta didik lebih sering kesulitan pada tugas penalaran yang belum familier dan menyarankan penggunaan representasi yang sesuai untuk menata proses berpikir mereka.

Kebutuhan pembelajaran yang lebih terarah juga terlihat dari studi pendahuluan yang dilakukan peneliti di SMKN 4 Bandung. Hasil angket menunjukkan bahwa 91,7% peserta didik memandang Basis Data sebagai kompetensi penting, 66,7% lebih mudah memahami materi melalui praktik langsung, dan proporsi yang sama lebih mudah memahami materi setelah melihat contoh kasus nyata. Meskipun demikian, 50% peserta didik mengalami kesulitan memahami logika relasi antartabel dan sintaks SQL, disertai rasa takut salah menulis query, kebingungan memperbaiki error, dan kurangnya latihan. Hasil wawancara dengan guru mata pelajaran Basis Data menguatkan temuan tersebut: meskipun pembelajaran telah mencakup penjelasan materi, contoh query, praktik, dan latihan soal, peserta didik masih kesulitan memahami sintaks, relasi antartabel, kondisi, JOIN, fungsi agregat, dan cara membaca hasil eksekusi query. Guru menyatakan peserta didik membutuhkan latihan bertahap, contoh konkret, petunjuk pengerjaan, dan umpan balik atas kesalahan. Temuan ini memperlihatkan kesenjangan antara capaian pembelajaran yang menuntut penerapan DML untuk permasalahan kontekstual dan kondisi peserta didik yang masih membutuhkan bimbingan bertahap dalam memahami (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, 2025b).

Kebutuhan tersebut mengarah pada media yang dapat menyajikan materi, petunjuk, contoh, dan latihan dalam satu lingkungan belajar. E-LKPD dapat mengorganisasi kegiatan peserta didik dalam bentuk lembar kerja digital yang diakses melalui perangkat elektronik (Sugandi et al., 2024). Sugandi et al. (2024) mengembangkan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* berbantuan *Web Live Worksheet* pada peserta didik kelas X RPL dengan hasil validasi 88%, kepraktisan 82%, dan efektivitas 86%, yang membuktikan bahwa E-LKPD layak menjadi media pembelajaran digital.

Meskipun demikian, kebutuhan pembelajaran di SMKN 4 Bandung tidak hanya berkaitan dengan penyediaan lembar kerja digital, tetapi juga urutan aktivitas yang membimbing peserta didik dari memahami contoh hingga menyusun *query* secara mandiri. PRIMM merupakan pendekatan pembelajaran pemrograman yang terdiri atas tahapan *Predict, Run, Investigate, Modify, dan Make*, yang mengarahkan peserta didik memprediksi perilaku kode, menjalankannya, menyelidiki cara kerjanya, memodifikasi, kemudian membuat solusi baru berdasarkan pemahaman yang telah dibangun (Sentance et al., 2019). Dengan demikian, PRIMM menempatkan kegiatan membaca dan memahami kode sebelum menulis kode secara mandiri.

PRIMM juga menempatkan bahasa dan dialog sebagai bagian penting pembelajaran pemrograman (Sentance & Waite, 2021). Berdasarkan wawancara terhadap 20 guru komputasi, Sentance dan Waite (2021) mengidentifikasi bahwa pertanyaan, penjelasan, dan pembahasan cara kerja kode berperan membangun pemahaman peserta didik, namun menyatakan penelitian lanjutan masih diperlukan untuk menguji pengaruh percakapan kelas terhadap hasil belajar. Penerapan PRIMM melalui media berbasis web telah dilakukan Gustin et al. (2025) melalui PICOLEARN pada materi struktur perulangan, yang melibatkan 35 peserta didik SMK dan menghasilkan kelayakan media 81%, N-Gain 0,40 (kategori sedang), serta tanggapan pengguna 76%. Media tersebut memfasilitasi tahap *Predict* dan *Run* melalui simulasi, *Investigate* melalui eksplorasi struktur kode, serta *Modify* dan *Make* melalui penyuntingan dan pengujian kode, yang membuktikan tahapan PRIMM dapat diwujudkan secara terpadu dalam media berbasis web.

Meskipun dinyatakan layak, peningkatan kognitif melalui PICOLEARN masih berkategori sedang, dengan rata-rata posttest 58,38 dan aspek *feedback and adaptation* hanya bernilai 60% lebih rendah daripada aspek kualitas isi, kesesuaian tujuan, dan motivasi (Gustin et al., 2025). Gustin et al. (2025) merekomendasikan pengujian dampak jangka panjang PRIMM, penerapan pada topik pemrograman lain di luar struktur perulangan, serta penyempurnaan media secara berulang berdasarkan tanggapan dan kinerja peserta didik.

Rekomendasi tersebut membuka ruang untuk mengkaji penerapan PRIMM pada materi lain yang melibatkan kegiatan membaca, menjalankan, dan menyusun perintah, termasuk DML dalam pembelajaran Basis Data. Karakteristik *query* memungkinkan tahapan PRIMM diadaptasi melalui kegiatan memprediksi keluaran *query*, menjalankan perintah, menyelidiki fungsi klausa,

memodifikasi perintah, dan membuat *query* baru untuk menyelesaikan permasalahan (Sentance et al., 2019). Adaptasi ini bukan didasarkan pada klaim bahwa PRIMM telah terbukti cocok untuk Basis Data, melainkan pengujian terhadap adaptabilitas PRIMM pada topik lain sebagaimana direkomendasikan Gustin et al. (2025).

Temuan mengenai pentingnya dialog dalam PRIMM serta rendahnya aspek umpan balik dan adaptasi pada media PRIMM berbasis web menunjukkan bahwa dukungan selama peserta didik mengerjakan aktivitas masih dapat diperkuat (Gustin et al., 2025; Sentance & Waite, 2021). Afifah et al. (2025) melaporkan bahwa AI dapat mendukung personalisasi materi dan mempercepat asesmen formatif, meski efektivitasnya bergantung pada desain pedagogis, dukungan institusi, dan ketersediaan sumber daya. Oleh karena itu, AI dalam penelitian ini tidak diposisikan sebagai model pembelajaran baru atau pengganti guru, melainkan sebagai fitur pendamping yang mengikuti alur aktivitas dan tujuan pedagogis PRIMM, memberikan pertanyaan pemantik, klarifikasi konsep, petunjuk bertahap, dan umpan balik kontekstual saat peserta didik memahami dan menyusun *query*.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini mengembangkan PRIMMBASE sebagai E-LKPD berbasis web yang mengadaptasi tahapan *Predict, Run, Investigate, Modify, dan Make* dalam pembelajaran DML, dengan asisten virtual sebagai fitur pendamping yang memperkuat dialog, umpan balik, dan adaptasi bantuan selama aktivitas berlangsung. Kebaruan penelitian ini terletak pada adaptasi PRIMM ke dalam E-LKPD untuk pembelajaran DML serta penggunaan asisten virtual yang memberikan bantuan berdasarkan konteks aktivitas dan jawaban peserta didik. Penelitian ini bertujuan mengembangkan PRIMMBASE sebagai E-LKPD berbasis PRIMM, menganalisis peningkatan *logical thinking* peserta didik setelah menggunakannya, serta menganalisis tanggapan peserta didik terhadap penggunaannya dalam pembelajaran Basis Data.

METHOD

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan prosedur ADDIE yang meliputi *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation* (Branch, 2009). Produk yang dikembangkan adalah PRIMMBASE, yaitu E-LKPD berbasis web yang mengadaptasi tahapan *Predict, Run, Investigate, Modify, dan Make* pada pembelajaran *Data Manipulation Language* (DML). Perubahan kemampuan *logical thinking* diukur menggunakan desain *one-group pretest-posttest* dengan pola $O_1 X O_2$, yaitu O_1 sebagai *pretest*, X sebagai pembelajaran menggunakan PRIMMBASE, dan O_2 sebagai *posttest*. Desain ini digunakan untuk membandingkan kemampuan peserta didik pada kelompok yang sama sebelum dan sesudah penggunaan produk.

Penelitian dilaksanakan di SMKN 4 Bandung pada tahun ajaran 2025/2026. Populasi penelitian adalah seluruh peserta didik kelas XI Rekayasa Perangkat Lunak yang menempuh mata pelajaran Basis Data. Sampel terdiri atas 35 peserta didik kelas XI RPL 2 yang dipilih melalui *purposive sampling* karena sedang mempelajari atau akan memasuki materi DML. Seluruh peserta didik mengikuti implementasi dan mengisi angket tanggapan, sedangkan analisis peningkatan menggunakan 31 peserta didik yang memiliki pasangan skor *pretest* dan *posttest* lengkap.

Materi PRIMMBASE mencakup kueri dasar DML, operator, *JOIN* antartabel, dan fungsi agregat. Pada tahap *Predict*, peserta didik mengamati tabel dan *query*, kemudian memprediksi hasil eksekusi beserta alasannya. Tahap *Run* memfasilitasi pelaksanaan atau pengamatan hasil *query* dan perbandingan dengan prediksi. Tahap *Investigate* mengarahkan peserta didik menganalisis fungsi klausa serta hubungan antara struktur *query* dan hasilnya. Tahap *Modify* meminta peserta didik memperbaiki atau mengubah *query* berdasarkan instruksi, sedangkan tahap *Make* meminta peserta didik menyusun *query* baru berdasarkan permasalahan. Setelah tahap *Make*, peserta didik menjawab pertanyaan refleksi. Asisten virtual menyediakan percakapan untuk pertanyaan dan klarifikasi serta umpan balik otomatis setelah jawaban dikirim. Bantuan diberikan dalam bentuk pertanyaan pemantik, petunjuk bertahap, penandaan bagian penting, dan klarifikasi konsep tanpa langsung memberikan jawaban akhir.

Tahap Analysis dilakukan melalui studi literatur, telaah kurikulum, angket kebutuhan kepada 12 peserta didik, dan wawancara guru Basis Data. Tahap Design mencakup penyusunan alur pembelajaran, pemetaan tahapan PRIMM dengan indikator *logical thinking*, *storyboard*, antarmuka, alur sistem, *prompt* asisten virtual, dan instrumen. Tahap Development meliputi pengembangan aplikasi menggunakan Laravel, MySQL, dan Gemini API, validasi produk dan instrumen oleh satu validator ahli, serta revisi berdasarkan hasil penilaian. Tahap Implementation dilaksanakan secara berurutan melalui *pretest*, orientasi penggunaan media, pembelajaran menggunakan PRIMMBASE, *posttest*, dan pengisian angket tanggapan. Tahap Evaluation dilakukan secara formatif selama pengembangan dan secara sumatif melalui analisis hasil validasi, tes, dan angket.

Instrumen penelitian terdiri atas lembar validasi media dan materi, lembar kesesuaian PRIMM, lembar validasi fungsi *scaffolding*, tes *logical thinking*, dan angket tanggapan. Lembar media dan materi memuat 21 butir berdasarkan aspek kualitas isi, kesesuaian tujuan, umpan balik dan adaptasi, motivasi, desain tampilan, kemudahan interaksi, aksesibilitas, dan kepatuhan terhadap standar dalam *Learning Object Review Instrument* (Leacock & Nesbit, 2007). Lembar kesesuaian PRIMM memuat 13 butir untuk menilai keterpenuhan Predict, Run, Investigate, Modify, dan Make. Lembar fungsi *scaffolding* memuat 17 butir berdasarkan *recruitment*, *reduction in degrees of freedom*, *direction maintenance*, *marking critical features*, *frustration control*, dan *demonstration* (Wood et al., 1976). Ketiga instrumen menggunakan skala 1–5 serta dilengkapi komentar dan rekomendasi perbaikan.

Tes *logical thinking* diberikan dalam bentuk *pretest* dan *posttest* dengan skor maksimum 25. Butir tes dikembangkan berdasarkan materi DML serta indikator *analysis*, *synthesis*, *comparison*, *classification*, dan *generalization*. Kualitas isi tes diperiksa melalui *expert judgment* yang menilai kesesuaian indikator, ranah kognitif, ketepatan konsep, kejelasan bahasa, dan kunci jawaban. Angket tanggapan terdiri atas 18 pernyataan positif dengan skala Likert: sangat tidak setuju = 1, tidak setuju = 2, kurang setuju = 3, setuju = 4, dan sangat setuju = 5. Pernyataan mencakup aspek *learnability*, *efficiency*, *memorability*, *errors*, dan *satisfaction* (Nielsen, 2012). Penyusunan tes dan angket tersebut sesuai dengan instrumen penelitian yang digunakan.

Data dikumpulkan melalui validasi ahli, *pretest–posttest*, angket tanggapan, wawancara guru, dan komentar validator. Skor validasi dan angket dihitung menggunakan persentase:

$$P = \frac{\sum x}{\sum x_{\text{maks}}} \times 100\%, \quad (1)$$

dengan P sebagai persentase, $\sum x$ sebagai skor yang diperoleh, dan $\sum x_{\text{maks}}$ sebagai skor maksimum. Persentase lebih dari 84%–100% dikategorikan sangat baik, lebih dari 68%–84% baik, lebih dari 52%–68% cukup, lebih dari 36%–52% kurang, dan 20%–36% sangat kurang. Istilah “sesuai” digunakan pada instrumen kesesuaian PRIMM dan fungsi *scaffolding* dengan rentang persentase yang sama.

Skor *pretest* dan *posttest* dianalisis secara deskriptif melalui rata-rata dan persentase capaian. Peningkatan *logical thinking* dihitung secara keseluruhan dan pada setiap indikator menggunakan N-Gain (Hake, 1998):

$$g = \frac{S_{\text{post}} - S_{\text{pre}}}{S_{\text{maks}} - S_{\text{pre}}}, \quad (2)$$

dengan g sebagai N-Gain, S_{pre} sebagai skor *pretest*, S_{post} sebagai skor *posttest*, dan S_{maks} sebagai skor maksimum. N-Gain dikategorikan tinggi jika $g \geq 0,70$, sedang jika $0,30 \leq g < 0,70$, dan rendah jika $g < 0,30$. Data tanpa pasangan skor lengkap tidak disertakan dalam analisis N-Gain. Komentar validator dan hasil wawancara dianalisis secara deskriptif untuk mendukung revisi produk.

FINDINGS AND DISCUSSION

Findings

Pengembangan PRIMMBASE dilakukan melalui model ADDIE yang mencakup tahap Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation. Temuan penelitian disajikan berdasarkan hasil analisis kebutuhan, rancangan dan pengembangan produk, validasi ahli, peningkatan logical thinking, serta tanggapan siswa terhadap penggunaan PRIMMBASE.

Tahap Analysis

Tahap *Analysis* dilakukan melalui studi literatur, angket observasi awal siswa, dan wawancara guru mata pelajaran Basis Data. Hasil studi literatur menunjukkan bahwa pembelajaran Basis Data, khususnya materi *Data Manipulation Language* (DML), membutuhkan aktivitas yang mampu membimbing siswa memahami hubungan antara perintah SQL, kondisi, tabel, data, dan hasil eksekusi *query*. Oleh karena itu, pengembangan PRIMMBASE diarahkan pada media berbentuk *E-LKPD* berbasis *PRIMM* yang memfasilitasi kegiatan memprediksi, menjalankan, menyelidiki, memodifikasi, dan membuat *query* secara bertahap.

Hasil angket observasi awal kepada 12 siswa RPL SMKN 4 Bandung menunjukkan bahwa 91,7% siswa menyatakan Basis Data penting untuk mendukung kemampuan di bidang teknologi, 66,7% siswa lebih mudah memahami materi melalui praktik langsung, dan 66,7% siswa lebih memahami materi ketika melihat contoh program atau kasus nyata terlebih dahulu. Selain itu, 50% siswa menyatakan setuju atau sangat setuju mengalami kesulitan dalam memahami logika relasi antartabel dan sintaks SQL. Kesulitan yang paling sering muncul adalah takut salah ketika menulis *query*, bingung memperbaiki *error*, lupa urutan perintah, dan kurang latihan.

Hasil wawancara guru menunjukkan bahwa pembelajaran Basis Data umumnya dilakukan melalui penjelasan materi, pemberian contoh *query*, praktik langsung, dan latihan soal. Guru menyampaikan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami sintaks SQL, relasi antartabel, penggunaan kondisi, operasi *JOIN*, fungsi agregat, serta cara membaca hasil *query*. Guru juga menilai bahwa siswa membutuhkan latihan bertahap, contoh konkret, petunjuk pengerjaan, dan umpan balik ketika mengalami kesalahan. Ringkasan hasil tahap *Analysis* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Kebutuhan Pengembangan PRIMMBASE

Aspek	Temuan Utama	Implikasi Produk
Studi literatur	Pembelajaran DML membutuhkan pemahaman hubungan antara <i>query</i> , data, dan hasil eksekusi	PRIMMBASE dirancang untuk membimbing siswa memahami <i>query</i> secara bertahap
Persepsi siswa	91,7% siswa menyatakan Basis Data penting	Materi dikaitkan dengan kebutuhan bidang teknologi
Cara belajar	66,7% siswa lebih mudah memahami melalui praktik langsung	PRIMMBASE memuat latihan praktik <i>query</i>
Contoh nyata	66,7% siswa lebih memahami materi melalui contoh kasus nyata	Aktivitas menggunakan kasus kontekstual
Kesulitan siswa	50% siswa kesulitan memahami relasi antartabel dan sintaks SQL	Aktivitas menuntun siswa membaca dan menalar <i>query</i>
Kebutuhan bantuan	Siswa membutuhkan arahan saat bingung memperbaiki <i>error</i>	Asisten virtual digunakan sebagai bantuan bertahap

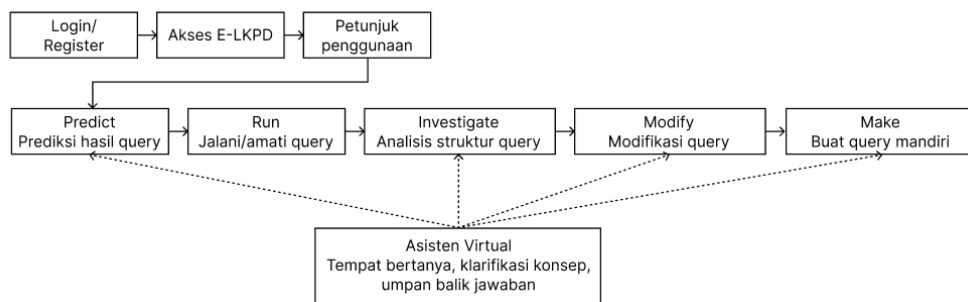
Berdasarkan Tabel 1, kebutuhan utama dalam pengembangan PRIMMBASE adalah penyediaan media pembelajaran yang memuat latihan praktik, contoh kasus nyata, alur belajar bertahap, dan bantuan ketika siswa mengalami kesulitan memahami *query*. Temuan ini menjadi dasar pemilihan model *PRIMM* karena tahapan *Predict*, *Run*, *Investigate*, *Modify*, dan *Make* dapat

membimbing siswa dari memahami contoh menuju penyusunan *query* secara mandiri. Selain itu, kebutuhan siswa terhadap arahan dan umpan balik menjadi dasar integrasi *asisten virtual* sebagai fitur pendamping yang memberikan petunjuk bertahap tanpa memberikan jawaban akhir secara langsung.

Tahap Design

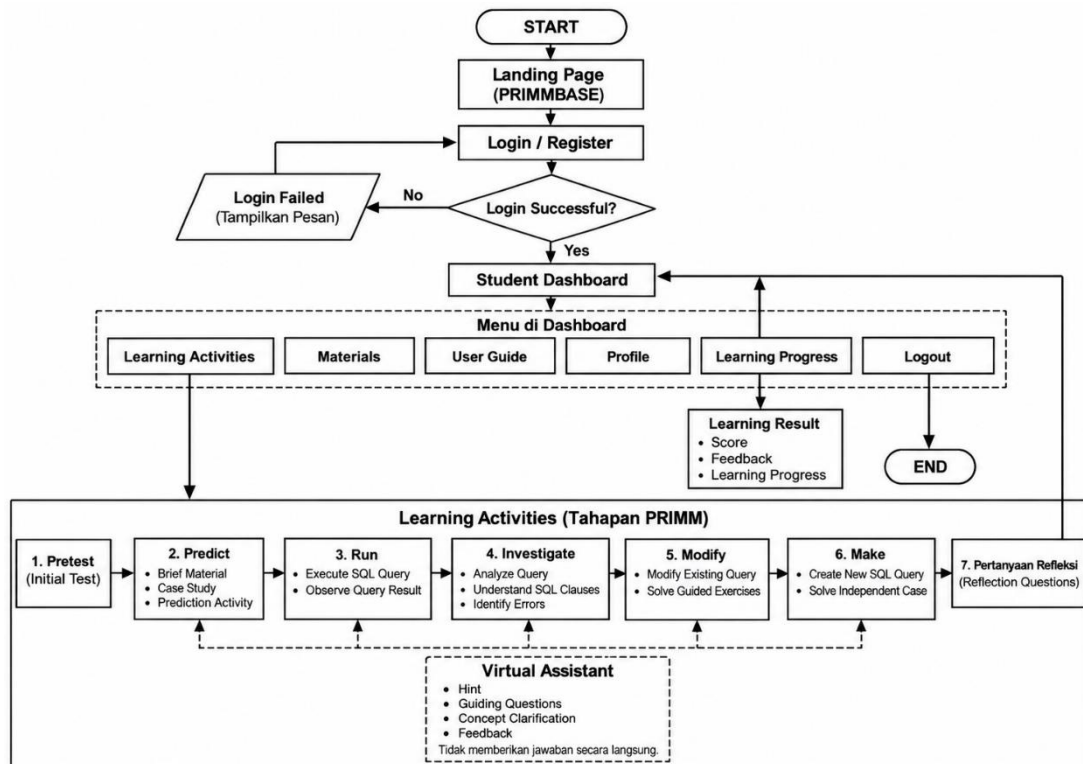
Tahap *Design* dilakukan untuk menyusun rancangan awal PRIMMBASE berdasarkan hasil analisis kebutuhan. Rancangan produk difokuskan pada penyusunan alur pembelajaran, struktur halaman, aktivitas *PRIMM*, integrasi *asisten virtual*, serta instrumen evaluasi.

Perancangan aktivitas pembelajaran dilakukan dengan mengimplementasikan tahapan model *PRIMM* yang terdiri atas *Predict*, *Run*, *Investigate*, *Modify*, dan *Make*. Setiap tahapan dirancang untuk memberikan pengalaman belajar secara bertahap, dimulai dari memprediksi hasil eksekusi *query*, mengamati hasil yang diperoleh, menganalisis struktur *query*, memodifikasi *query*, hingga menyusun *query* baru secara mandiri. Rancangan alur pembelajaran tersebut menjadi dasar dalam penyusunan setiap aktivitas pada E-LKPD PRIMMBASE dan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penggunaan PRIMMBASE

Berdasarkan alur pembelajaran tersebut, selanjutnya disusun rancangan alur penggunaan sistem untuk menggambarkan interaksi pengguna dengan PRIMMBASE. Alur dimulai dari proses *login*, kemudian pengguna mengakses dashboard, memilih kelas, mempelajari materi, mengerjakan aktivitas pada setiap tahapan *PRIMM*, memanfaatkan asisten virtual apabila diperlukan, hingga menyelesaikan seluruh aktivitas pembelajaran. Flowchart ini digunakan sebagai acuan dalam proses pengembangan sistem agar setiap halaman memiliki keterkaitan sesuai kebutuhan pengguna. Flowchart penggunaan PRIMMBASE disajikan pada Gambar 2.



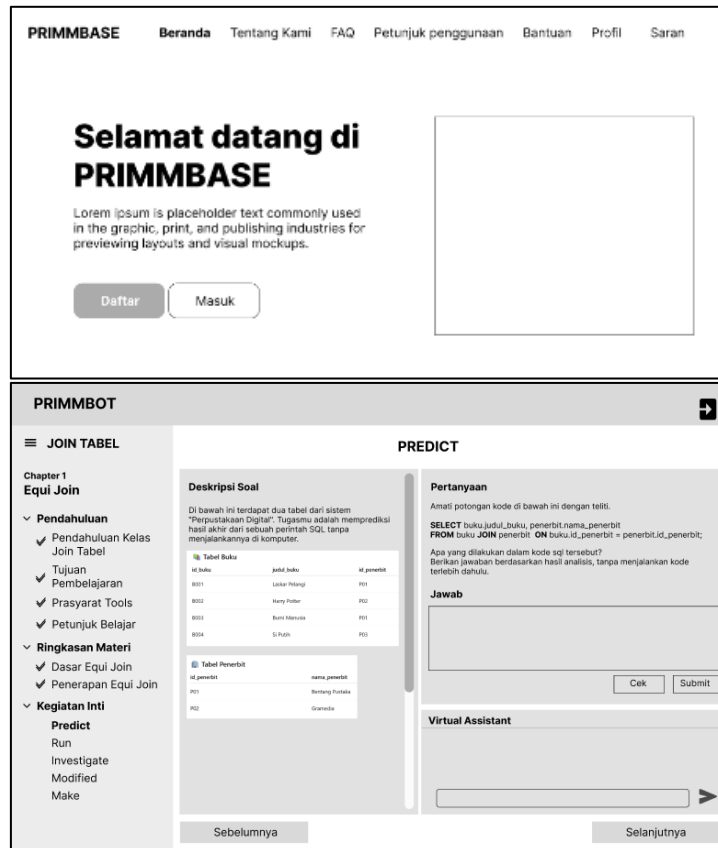
Gambar 2. Flowchart PRIMMBASE

Storyboard disusun sebagai pedoman pengembangan setiap halaman PRIMMBASE sebelum memasuki tahap implementasi. Storyboard memuat urutan tampilan, tujuan halaman, komponen yang digunakan, serta aktivitas yang dilakukan siswa pada setiap proses pembelajaran. Penyusunan storyboard bertujuan menjaga konsistensi antara tujuan pembelajaran, materi, aktivitas PRIMM, dan fitur yang tersedia pada media. Ringkasan storyboard PRIMMBASE disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Storyboard PRIMMBASE

Halaman	Tujuan	Komponen Utama
Home	Menampilkan informasi awal PRIMMBASE	Logo, deskripsi, tombol mulai belajar
Dashboard	Menampilkan menu utama pembelajaran	Navigasi, daftar kelas, progres belajar
Kelas	Menampilkan daftar kelas yang tersedia	Daftar kelas, tombol masuk kelas
Materi	Menyampaikan konsep Data Manipulation Language	Ringkasan materi, contoh query
Predict	Melatih siswa memprediksi hasil query	Studi kasus, tabel data, kolom jawaban
Run	Menampilkan hasil eksekusi query	Editor SQL, hasil eksekusi
Investigate	Membimbing siswa menganalisis query	Penjelasan sintaks, pertanyaan analisis
Modify	Melatih siswa memodifikasi query	Editor SQL, latihan modifikasi
Make	Melatih siswa menyusun query baru	Studi kasus, editor SQL
Hasil Belajar	Menampilkan progres pembelajaran	Nilai, progres aktivitas
Asisten Virtual	Memberikan bantuan belajar	Chat, petunjuk (hint), klarifikasi konsep

Selain penyusunan storyboard, dilakukan perancangan antarmuka pengguna (*user interface*) yang mengutamakan kemudahan penggunaan (*usability*) dan konsistensi navigasi. Setiap halaman dirancang menggunakan tata letak yang seragam sehingga siswa dapat mengikuti aktivitas pembelajaran secara bertahap tanpa mengalami kesulitan dalam mengoperasikan media. Pemilihan warna, ikon, tipografi, dan komponen navigasi disesuaikan dengan karakteristik peserta didik SMK agar tampilan lebih menarik dan mudah dipahami. Contoh rancangan antarmuka PRIMMBASE disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rancangan Antarmuka PRIMMBASE

Implementasi model PRIMM pada PRIMMBASE dirancang agar setiap tahapan memiliki aktivitas pembelajaran yang berbeda sesuai tujuan yang ingin dicapai. Aktivitas tersebut disusun secara berurutan sehingga siswa memperoleh pengalaman belajar mulai dari memahami contoh hingga mampu menyelesaikan permasalahan secara mandiri. Implementasi setiap tahapan PRIMM disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Implementasi Tahapan PRIMM pada PRIMMBASE

Tahapan PRIMM	Implementasi pada PRIMMBASE
Predict	Siswa memprediksi hasil eksekusi query berdasarkan data dan sintaks SQL yang diberikan.
Run	Siswa menjalankan atau mengamati hasil eksekusi query untuk membandingkan dengan prediksi yang telah dibuat.
Investigate	Siswa menganalisis fungsi setiap klausa SQL dan hubungan antara query dengan hasil yang diperoleh.
Modify	Siswa memperbaiki atau memodifikasi query berdasarkan instruksi tertentu.
Make	Siswa menyusun query baru secara mandiri berdasarkan studi kasus yang diberikan.

Sebagai pendukung proses pembelajaran, dirancang fitur asisten virtual yang berfungsi sebagai pendamping belajar pada setiap tahapan PRIMM. Asisten virtual memberikan bantuan berupa pertanyaan pemantik, petunjuk bertahap (*hint*), klarifikasi konsep, dan umpan balik terhadap jawaban siswa tanpa memberikan solusi akhir secara langsung. Perancangan fungsi tersebut mengacu pada konsep *scaffolding* sehingga bantuan yang diberikan mampu mendorong siswa menemukan penyelesaian masalah secara mandiri. Rancangan fungsi asisten virtual disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rancangan Fungsi Asisten Virtual

Tahapan PRIMM	Fungsi Bantuan
Predict	Memberikan pertanyaan pemantik untuk membantu siswa memprediksi hasil query.
Run	Menjelaskan hasil eksekusi query apabila siswa mengalami kebingungan.
Investigate	Memberikan petunjuk untuk mengidentifikasi fungsi setiap klausa SQL.
Modify	Memberikan hint mengenai bagian query yang perlu diperbaiki tanpa memberikan jawaban langsung.

Aktivitas pembelajaran pada PRIMMBASE dirancang agar setiap tahapan model PRIMM mampu melatih indikator *logical thinking* yang menjadi fokus penelitian. Tahapan *Predict* dan *Run* dirancang untuk melatih kemampuan menganalisis informasi dan membandingkan hasil prediksi dengan hasil aktual. Tahapan *Investigate* berfokus pada kemampuan mengidentifikasi hubungan antarbagian *query* dan mengelompokkan fungsi setiap klausa SQL. Tahapan *Modify* melatih kemampuan menyusun kembali struktur *query* berdasarkan tujuan tertentu, sedangkan tahapan *Make* dirancang untuk melatih kemampuan menggeneralisasi konsep melalui penyusunan *query* baru secara mandiri. Kesesuaian antara tahapan PRIMM, aktivitas pembelajaran, indikator *logical thinking*, dan bentuk asesmen disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kesesuaian Tahapan PRIMM dengan Indikator Logical Thinking

Tahapan PRIMM	Tujuan	Indikator	Komponen Utama
Predict	Memprediksi hasil eksekusi query berdasarkan data dan sintaks SQL	Analysis, Comparison	Soal prediksi
Run	Mengamati hasil eksekusi dan membandingkan dengan prediksi	Analysis, Comparison	Observasi hasil dan pertanyaan refleksi
Investigate	Menganalisis fungsi setiap klausa SQL dan hubungan antar tabel	Analysis, Classification	Pertanyaan analisis
Modify	Memperbaiki atau memodifikasi query sesuai kebutuhan	Analysis, Synthesis	Latihan modifikasi
Make	Menyusun query baru berdasarkan studi kasus	Synthesis, Generalization	Penyelesaian studi kasus

Tahap Development

Tahap *Development* dilakukan untuk merealisasikan rancangan yang telah disusun pada tahap *Design* menjadi produk E-LKPD berbasis web yang diberi nama PRIMMBASE. Kegiatan pada tahap ini meliputi pengembangan antarmuka dan fungsi aplikasi, implementasi aktivitas pembelajaran berdasarkan model PRIMM, integrasi asisten virtual, pengembangan mekanisme penyimpanan jawaban dan hasil aktivitas, validasi produk serta instrumen, dan revisi berdasarkan masukan validator.

Secara teknis, PRIMMBASE dikembangkan menggunakan framework Laravel dengan MySQL sebagai basis data untuk menyimpan data pengguna, kelas, jawaban, progres pembelajaran, dan hasil aktivitas siswa. Asisten virtual diintegrasikan melalui layanan model bahasa berbasis API gemini untuk menghasilkan respons percakapan dan umpan balik otomatis berdasarkan konteks aktivitas pembelajaran. Produk dikembangkan dalam bentuk aplikasi berbasis web sehingga dapat diakses melalui peramban pada komputer, laptop, maupun perangkat bergerak tanpa memerlukan instalasi khusus.

PRIMMBASE dikembangkan dalam bentuk aplikasi berbasis *website* sehingga dapat diakses melalui peramban pada perangkat komputer, laptop, maupun perangkat bergerak. Pengembangan antarmuka dilakukan dengan memperhatikan konsistensi tampilan, keterbacaan informasi, kemudahan navigasi, dan keterhubungan antartahap pembelajaran. Produk yang dikembangkan terdiri atas halaman *landing page*, registrasi dan *login*, dashboard siswa, petunjuk penggunaan, aktivitas PRIMM, hasil pembelajaran, profil pengguna, serta fitur asisten virtual.

Implementasi aktivitas pembelajaran pada PRIMMBASE mengacu pada pemetaan tahapan PRIMM dan indikator *logical thinking* yang telah disajikan pada Tabel 5 pada tahap *Design*. Rancangan tersebut kemudian diwujudkan menjadi halaman aktivitas yang saling berurutan. Pada tahap *Predict*, siswa mengamati tabel dan query kemudian menuliskan prediksi beserta alasannya. Pada tahap *Run*, siswa menjalankan atau mengamati hasil eksekusi query dan membandingkannya dengan prediksi sebelumnya. Tahap *Investigate* memuat pertanyaan untuk mengarahkan siswa menganalisis fungsi klausa dan hubungan antarbagian *query*. Tahap *Modify* menyediakan *query* awal yang dapat diubah sesuai instruksi, sedangkan tahap *Make* menyediakan permasalahan dan editor kosong agar siswa menyusun query secara mandiri.

Setelah menyelesaikan tahap *Make*, siswa mengerjakan pertanyaan refleksi yang berkaitan dengan pemahaman, kesulitan, dan proses penyelesaian aktivitas. Setelah refleksi diselesaikan, siswa diarahkan kembali ke dashboard sehingga dapat melihat hasil pembelajaran atau keluar dari aplikasi.

The image displays two screenshots of the PRIMMBASE web application interface. The top screenshot shows the 'PREDICT' stage, and the bottom screenshot shows the 'MAKE' stage. Both screens feature a dark-themed sidebar on the left with navigation options like 'Operator Perbandingan dan Logika', 'Pendahuluan', 'Petunjuk Belajar', 'Tahap Pembelajaran', and 'Prasyarat Tools'. The main content area is divided into sections for 'Deskripsi Soal', 'Database', and 'Pertanyaan' (or 'Perintah' in the 'MAKE' stage).

PREDICT Stage:

- Deskripsi Soal:** Perhatikan database berikut!
- Database:** A table named 'PRODUK' with columns: id, nama_produk, kategori, harga, s. The data is as follows:

id	nama_produk	kategori	harga	s
1	Sepatu Lari	Sepatu	350000.00	2
2	Kaos Olahraga	Pakaian	85000.00	5
3	Celana Training	Pakaian	120000.00	3
4	Raket Badminton	Peralatan	250000.00	1
5	Bola Basket	Peralatan	180000.00	8
6	Sepatu Futsal	Sepatu	420000.00	1
- Pertanyaan:** Konteks: Admin TokoOlahraga ingin mencari produk dari kategori **Pakaian** yang harganya **di bawah Rp100.000** untuk keperluan promo diskon. Instruksi: Berdasarkan tabel **produk** di atas, tuliskan data apa saja yang akan muncul sebagai output setelah kueri berikut dijalankan!
`SQL Query`

```
SELECT * FROM produk  
WHERE kategori = 'Pakaian' AND harga < 100000;
```

MAKE Stage:

- Database:** Two tables are shown: 'PRODUK' and 'PELANGGAN'.
PRODUK: id, nama_produk, kategori, harga, stok.
PELANGGAN: id, nama, kota, total_pembelian.
The data for 'PELANGGAN' is as follows:

id	nama	kota	total_pembelian
1	Andi Saputra	Jakarta	500000.00
2	Budi Santoso	Bandung	350000.00
3	Citra Dewi	Jakarta	750000.00
4	Dani Prakoso	Surabaya	200000.00
- Perintah:** Manajer TokoOlahraga ingin mengetahui daftar pelanggan dari kota **Bandung** yang memiliki total pembelian **lebih dari atau sama dengan Rp500.000** untuk diberikan voucher loyalitas. Instruksi: Buatlah kueri SQL pada tabel **pelanggan** untuk menampilkan data sesuai skenario tersebut!
`SQL Editor`

```
SELECT * FROM pelanggan WHERE kota = 'Bandung' AND total_pembelian >= 500000;
```

Gambar 4. Implementasi aktivitas pembelajaran PRIMM pada PRIMMBASE

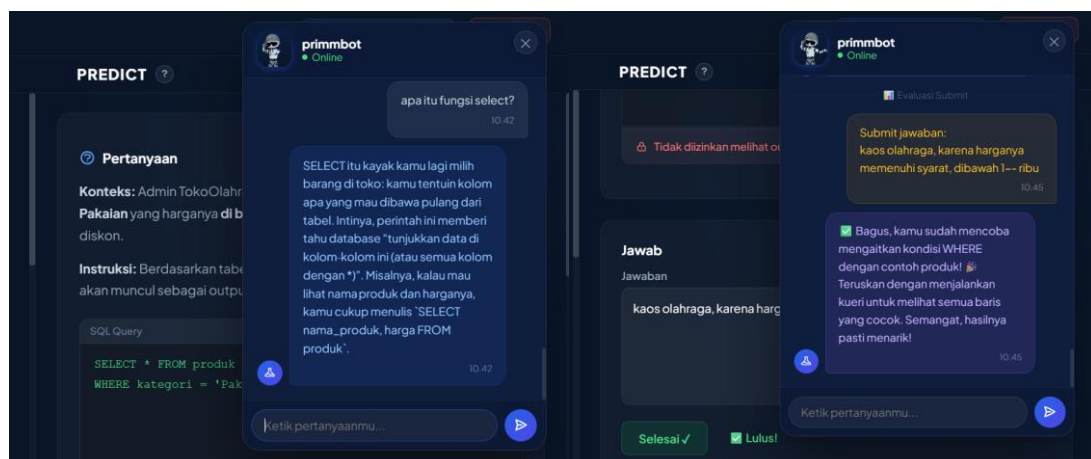
Gambar 4 menunjukkan realisasi aktivitas pembelajaran yang telah dirancang pada tahap Design. Setiap halaman memiliki komponen yang berbeda sesuai dengan tujuan aktivitas, tetapi tetap berada dalam satu alur pembelajaran yang berurutan. Implementasi tersebut memberikan kesempatan kepada siswa untuk membaca, memprediksi, membandingkan, menganalisis, memodifikasi, dan menyusun query secara mandiri.

Asisten virtual pada PRIMMBASE dikembangkan dengan dua fungsi, yaitu asisten percakapan dan feedback otomatis. Kedua fungsi menggunakan teknologi model bahasa, tetapi memiliki pemicu, tujuan, dan bentuk keluaran yang berbeda.

Asisten percakapan tersedia pada halaman aktivitas PRIMM dan dapat digunakan ketika siswa mengalami kebingungan selama mengerjakan tugas. Siswa dapat menanyakan materi, fungsi sintaks SQL, hubungan antara tabel dan query, maupun instruksi aktivitas. Sistem menyertakan konteks tahap PRIMM, materi, query, dan aktivitas yang sedang dikerjakan agar respons yang diberikan tetap relevan. Respons disajikan dalam bentuk klarifikasi konsep, pertanyaan pemantik, dan petunjuk bertahap tanpa langsung memberikan jawaban akhir.

Fungsi feedback otomatis aktif ketika siswa menekan tombol Submit. Sistem mengevaluasi jawaban dan alasan siswa berdasarkan kriteria aktivitas, kemudian memberikan status Lulus atau Belum Lulus disertai feedback. Status tersebut hanya menunjukkan keterpenuhan jawaban pada satu aktivitas, bukan menentukan tingkat *logical thinking* siswa secara keseluruhan. Pengukuran kemampuan *logical thinking* tetap dilakukan menggunakan instrumen *pretest* dan *posttest*.

Apabila jawaban memperoleh status Belum Lulus, *feedback* diarahkan untuk membantu siswa memperbaiki jawabannya melalui pertanyaan pemantik, penandaan bagian penting, penyederhanaan masalah, atau contoh parsial. Apabila jawaban telah memenuhi kriteria, sistem memberikan status Lulus dan penguatan terhadap bagian jawaban yang telah tepat.



Gambar 5. Implementasi asisten percakapan dan feedback otomatis pada PRIMMBASE

Gambar 5 memperlihatkan dua mekanisme bantuan yang terdapat pada PRIMMBASE. Asisten percakapan mendukung siswa ketika membutuhkan penjelasan selama proses pengerjaan, sedangkan feedback otomatis memberikan evaluasi formatif setelah jawaban dikirimkan. Kedua fungsi tersebut dirancang untuk mendukung proses berpikir siswa tanpa menggantikan aktivitas penyelesaian masalah secara mandiri.

Perilaku asisten virtual dikendalikan melalui *system prompt* dan prompt kontekstual. *System prompt* menetapkan peran asisten sebagai pembimbing belajar atau *More Knowledgeable Other*, ruang lingkup materi, gaya komunikasi, bentuk bantuan, dan larangan memberikan jawaban akhir secara langsung. Prompt kontekstual memuat tahap PRIMM, materi, soal, query, jawaban siswa, dan tujuan bantuan. Untuk fungsi feedback otomatis, sistem juga menyertakan kriteria jawaban agar model dapat menentukan status Lulus atau Belum Lulus serta memilih bentuk *scaffolding* yang sesuai. Rancangan tersebut sejalan dengan konsep *system prompting* dan *contextual prompting* yang digunakan untuk mengarahkan respons asisten sesuai konteks pembelajaran.

Setelah produk selesai dikembangkan, dilakukan validasi terhadap media dan materi, kesesuaian implementasi model PRIMM, serta fungsi *scaffolding* asisten virtual. Ringkasan hasil validasi disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil validasi PRIMMBASE

Komponen yang divalidasi	Skor	Persentase	Interpretasi
Media dan materi berdasarkan LORI	94 dari 105	89,52%	Sangat baik
Kesesuaian media dengan model PRIMM	62 dari 65	95,38%	Sangat sesuai
Fungsi scaffolding asisten virtual	85 dari 85	100%	Sangat sesuai

Hasil validasi media dan materi memperoleh persentase 89,52%, sedangkan kesesuaian media dengan model PRIMM memperoleh 95,38%. Validasi fungsi scaffolding asisten virtual memperoleh persentase 100%. Seluruh komponen dinyatakan layak digunakan oleh validator.

Berdasarkan proses pengembangan, validasi, dan revisi, PRIMMBASE telah menghasilkan E-LKPD berbasis web yang memuat aktivitas PRIMM, pertanyaan refleksi, asisten percakapan, dan umpan balik otomatis. Produk yang telah diperbaiki selanjutnya digunakan pada tahap *Implementation*.

Tahap Implementation

Tahap *Implementation* dilakukan setelah PRIMMBASE dinyatakan layak dan disempurnakan berdasarkan hasil validasi ahli. Produk diterapkan dalam pembelajaran Basis Data pada siswa kelas XI Rekayasa Perangkat Lunak SMKN 4 Bandung. Tahap ini bertujuan memperoleh data mengenai perubahan kemampuan *logical thinking* serta tanggapan siswa setelah menggunakan PRIMMBASE.

Pelaksanaan pembelajaran diawali dengan pemberian *pretest* untuk mengetahui kemampuan awal siswa. Selanjutnya, siswa menggunakan PRIMMBASE dengan mengikuti aktivitas *Predict, Run, Investigate, Modify*, dan *Make* secara berurutan. Pada setiap aktivitas, siswa dapat menggunakan asisten percakapan ketika mengalami kesulitan dan memperoleh umpan balik otomatis setelah mengirimkan jawaban. Setelah menyelesaikan tahap *Make*, siswa menjawab pertanyaan refleksi mengenai pemahaman dan kesulitan yang dialami selama pembelajaran.

Setelah seluruh aktivitas selesai, siswa mengerjakan *posttest* dengan indikator yang sama seperti *pretest*, yaitu *analysis, synthesis, comparison, classification*, dan *generalization*. Siswa kemudian mengisi angket tanggapan berdasarkan aspek *learnability, efficiency, memorability, errors*, dan *satisfaction*. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis pada tahap *Evaluation*.



Gambar 6. Pelaksanaan pembelajaran menggunakan PRIMMBASE

Tahap Evaluation

Tahap *Evaluation* dilakukan untuk mengetahui peningkatan kemampuan *logical thinking* dan tanggapan siswa terhadap penggunaan PRIMMBASE. Evaluasi dilakukan melalui analisis skor pretest dan posttest, perhitungan N-Gain keseluruhan, perhitungan N-Gain pada setiap indikator *logical thinking*, serta analisis angket tanggapan siswa.

Berdasarkan data yang memiliki pasangan pretest dan posttest lengkap, sebanyak 31 data siswa digunakan dalam perhitungan peningkatan kemampuan *logical thinking*. Rata-rata skor pretest adalah 17,29 dari skor maksimum 25 atau sebesar 69,16%, sedangkan rata-rata skor posttest meningkat menjadi 23,68 atau sebesar 94,71%. Rata-rata N-Gain yang diperoleh sebesar 0,83 dan termasuk kategori tinggi.

Tabel 7. Hasil peningkatan *logical thinking* secara keseluruhan

Komponen	Hasil
Rata-rata nilai pretest	69,16%
Rata-rata skor posttest	23,68
Rata-rata nilai posttest	94,71%
Rata-rata N-Gain	0,83
Kategori N-Gain	Tinggi

Berdasarkan kategori individual, sebanyak 24 siswa atau 77,42% memperoleh N-Gain kategori tinggi, dua siswa atau 6,45% memperoleh kategori sedang, dan lima siswa atau 16,13% memperoleh kategori rendah.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mengalami peningkatan kemampuan *logical thinking* dalam kategori tinggi setelah menggunakan PRIMMBASE. Selain dianalisis secara keseluruhan, peningkatan kemampuan siswa dianalisis berdasarkan lima indikator *logical thinking*. Hasil perhitungan N-Gain setiap indikator disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil N-Gain setiap indikator *logical thinking*

Indikator	N-Gain	N-Gain (%)	Kategori
Analysis	0,909	90,91%	Tinggi
Synthesis	0,873	87,30%	Tinggi
Comparison	0,757	75,68%	Tinggi
Classification	0,889	88,89%	Tinggi
Generalization	0,682	68,18%	Sedang

Berdasarkan Tabel 8, peningkatan tertinggi terdapat pada indikator *analysis* dengan N-Gain sebesar 0,909, diikuti *classification* sebesar 0,889, *synthesis* sebesar 0,873, dan *comparison* sebesar 0,757. Keempat indikator tersebut berada dalam kategori tinggi. Sementara itu, indikator *generalization* memperoleh N-Gain sebesar 0,682 dan termasuk kategori sedang.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa aktivitas PRIMMBASE terutama mendukung kemampuan siswa dalam membagi permasalahan menjadi bagian-bagian, mengidentifikasi hubungan antarbagian query, mengelompokkan karakteristik perintah, dan menggabungkan informasi untuk memperoleh penyelesaian. Peningkatan indikator *generalization* yang lebih rendah menunjukkan bahwa siswa masih membutuhkan latihan lebih lanjut dalam menarik prinsip umum dari beberapa kasus dan menerapkan konsep tersebut pada permasalahan baru.

Tanggapan siswa terhadap penggunaan PRIMMBASE diperoleh melalui angket yang diisi oleh 35 siswa. Angket terdiri atas 18 pernyataan yang dikelompokkan ke dalam aspek *learnability*, *efficiency*, *memorability*, *errors*, dan *satisfaction*. Hasil pengolahan angket disajikan pada Tabel 8.

Tabel 9. Hasil tanggapan siswa terhadap PRIMMBASE

Aspek	Skor diperoleh	Skor Maksimum	Persentase	Kategori
Learnability	614	700	87,71%	Sangat Baik

Efficiency	598	700	85,43%	Sangat Baik
Memorability	470	525	89,52%	Sangat Baik
Errors	443	525	84,38%	Sangat Baik
Satisfaction	619	700	88,43%	Sangat Baik
Keseluruhan	2.744	3.150	87,11%	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 9, tanggapan siswa terhadap PRIMMBASE memperoleh persentase keseluruhan sebesar 87,11% dengan kategori sangat baik. Aspek memorability memperoleh persentase tertinggi sebesar 89,52%, yang menunjukkan bahwa komponen dan alur penggunaan PRIMMBASE relatif mudah diingat oleh siswa. Aspek satisfaction memperoleh 88,43%, diikuti learnability sebesar 87,71% dan efficiency sebesar 85,43%.

Aspek *errors* memperoleh persentase paling rendah, yaitu 84,38%, tetapi masih termasuk kategori sangat baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa PRIMMBASE memperoleh tanggapan positif dalam hal kemudahan dipelajari, efisiensi penggunaan, kemudahan mengingat alur, penanganan kesalahan, dan kepuasan siswa.

Secara keseluruhan, penggunaan PRIMMBASE menghasilkan rata-rata N-Gain sebesar 0,83 dengan kategori tinggi. Peningkatan kategori tinggi ditemukan pada indikator *analysis*, *synthesis*, *comparison*, dan *classification*, sedangkan indikator *generalization* memperoleh kategori sedang. Tanggapan siswa terhadap penggunaan PRIMMBASE memperoleh persentase sebesar 87,11% dengan kategori sangat baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa PRIMMBASE memperoleh tanggapan positif dan berpotensi mendukung peningkatan kemampuan *logical thinking* siswa dalam pembelajaran Basis Data.

Discussion

Hasil penelitian menunjukkan bahwa PRIMMBASE telah memenuhi kelayakan sebagai E-LKPD berbasis web. Hal tersebut ditunjukkan oleh hasil validasi media dan materi sebesar 89,52%, kesesuaian implementasi model PRIMM sebesar 95,38%, serta kesesuaian fungsi *scaffolding* asisten virtual sebesar 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa produk tidak hanya layak dari aspek tampilan dan penggunaan, tetapi juga telah merealisasikan tahapan Predict, Run, Investigate, Modify, dan Make serta bantuan asisten virtual sesuai rancangan pedagogisnya. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian Sugandi et al. (2024), yang menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis web dapat memenuhi kriteria valid dan praktis, serta penelitian Sofnidar et al. (2023), yang menunjukkan bahwa chatbot berbasis *scaffolding* dapat digunakan untuk memberikan bantuan belajar secara bertahap.

Penggunaan PRIMMBASE menghasilkan rata-rata N-Gain kemampuan *logical thinking* sebesar 0,83 dengan kategori tinggi. Peningkatan tersebut dapat dikaitkan dengan struktur aktivitas PRIMM yang mengarahkan siswa untuk memahami query sebelum menyusun solusi secara mandiri. Siswa terlebih dahulu memprediksi hasil query, membandingkannya dengan hasil eksekusi, menyelidiki fungsi setiap bagian, memodifikasi query, kemudian membuat query baru. Urutan tersebut memberikan pengalaman belajar yang lebih terarah daripada langsung meminta siswa menulis query tanpa memahami contoh yang tersedia. Hasil ini mendukung prinsip PRIMM yang menempatkan kegiatan membaca dan mendiskusikan kode sebelum melakukan modifikasi dan pembuatan kode (Sentance et al., 2019). Temuan ini juga konsisten dengan penelitian Gustin et al. (2025) dan Rajendra et al. (2025), yang menunjukkan bahwa PRIMM dapat meningkatkan proses kognitif dan *logical thinking* pada pembelajaran pemrograman. Penelitian ini memperluas penerapan tersebut pada materi Data Manipulation Language yang melibatkan hubungan antara query, tabel, kondisi, dan hasil eksekusi.

Berdasarkan setiap indikator, peningkatan tertinggi diperoleh pada *analysis* dengan N-Gain sebesar 0,909. Hasil tersebut menunjukkan bahwa aktivitas PRIMMBASE banyak memberikan kesempatan kepada siswa untuk menguraikan query menjadi bagian-bagian, mengidentifikasi kondisi, serta menganalisis hubungan antara sintaks dan hasil eksekusi. Indikator *classification*, *synthesis*, dan *comparison* juga memperoleh kategori tinggi. Aktivitas Run memfasilitasi siswa membandingkan prediksi dengan hasil aktual, *Investigate* mengarahkan

siswa mengidentifikasi dan mengelompokkan fungsi klausa, sedangkan *Modify* membantu siswa menghubungkan kembali bagian-bagian query untuk menghasilkan keluaran yang sesuai.

Berbeda dari indikator lainnya, *generalization* memperoleh N-Gain sebesar 0,682 dan termasuk kategori sedang. Hasil ini mengindikasikan bahwa siswa masih mengalami kesulitan ketika harus menarik prinsip umum dari contoh-contoh sebelumnya dan menerapkannya pada kasus baru secara mandiri. Indikator tersebut terutama difasilitasi pada tahap *Make*, ketika siswa tidak lagi memperoleh query awal dan harus menentukan sendiri struktur penyelesaiannya. Temuan ini sejalan dengan Siswanto et al. (2024), yang menemukan bahwa *generalization* termasuk indikator *logical thinking* yang lebih sulit dikuasai. Oleh karena itu, tahap *Make* perlu dilengkapi dengan lebih banyak variasi kasus dan bantuan yang secara bertahap dikurangi agar siswa memiliki kesempatan lebih besar untuk melakukan transfer konsep.

Tanggapan siswa terhadap PRIMMBASE memperoleh persentase keseluruhan sebesar 87,11% dengan kategori sangat baik. Aspek *memorability* memperoleh nilai tertinggi, yang menunjukkan bahwa alur, menu, dan aktivitas pada PRIMMBASE relatif mudah diingat. Hasil tersebut dapat dipengaruhi oleh penggunaan struktur halaman yang konsisten dan penyajian aktivitas PRIMM secara berurutan. Aspek *errors* memperoleh persentase terendah, meskipun masih berada dalam kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan masih terdapat ruang untuk memperbaiki kejelasan pesan kesalahan, respons terhadap query yang tidak dapat dijalankan, dan petunjuk perbaikan yang diberikan kepada siswa. Secara umum, hasil angket mendukung penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa E-LKPD interaktif dan chatbot pendidikan dapat menyediakan latihan, umpan balik cepat, serta bantuan belajar yang lebih fleksibel (Afifah et al., 2025; Riyadi et al., 2025; Sugandi et al., 2024).

Asisten percakapan dan umpan balik otomatis pada PRIMMBASE berperan sebagai bantuan formatif selama siswa menyelesaikan aktivitas. Asisten percakapan membantu ketika siswa mengalami kebingungan, sedangkan umpan balik otomatis mengarahkan siswa memperbaiki jawaban yang belum memenuhi kriteria. Bantuan tersebut sesuai dengan konsep *More Knowledgeable Other* dan *scaffolding*, yaitu pemberian dukungan pada tugas yang belum dapat diselesaikan siswa secara mandiri (Vygotsky, 1978; Wood et al., 1976). Namun, asisten virtual tidak menggantikan peran guru karena respons model bahasa tetap memerlukan batasan prompt, validasi, serta pengawasan agar sesuai dengan materi dan tujuan pembelajaran.

Secara keseluruhan, temuan penelitian mengindikasikan bahwa PRIMMBASE layak digunakan, memperoleh tanggapan positif, dan mendukung peningkatan *logical thinking* siswa. Meskipun demikian, desain *one-group pretest-posttest* belum memungkinkan peningkatan tersebut dibandingkan secara langsung dengan pembelajaran tanpa PRIMMBASE. Penelitian selanjutnya dapat melibatkan kelompok kontrol, jumlah validator dan peserta yang lebih luas, serta penerapan pada materi Basis Data yang berbeda. Pengembangan selanjutnya juga perlu memprioritaskan variasi aktivitas *Make*, peningkatan indikator *generalization*, dan ketepatan asisten virtual dalam menangani kesalahan query.

CONCLUSION

PRIMMBASE berhasil dikembangkan sebagai E-LKPD berbasis web yang mengintegrasikan tahapan *Predict*, *Run*, *Investigate*, *Modify*, dan *Make* dengan dua fungsi asisten virtual, yaitu asisten percakapan dan umpan balik otomatis. Hasil validasi menunjukkan bahwa produk memenuhi kelayakan media dan materi, kesesuaian dengan model PRIMM, serta kesesuaian fungsi *scaffolding*. Penggunaan PRIMMBASE menghasilkan peningkatan kemampuan *logical thinking* dengan rata-rata N-Gain sebesar 0,83 dalam kategori tinggi dan memperoleh tanggapan siswa sebesar 87,11% dalam kategori sangat baik. Temuan tersebut menunjukkan bahwa aktivitas pembelajaran yang disusun secara bertahap, dari memahami dan menganalisis query hingga memodifikasi dan membuat query secara mandiri, dapat mendukung proses berpikir logis siswa dalam pembelajaran Basis Data.

Peningkatan belum terjadi secara merata pada seluruh indikator. Indikator *analysis*, *synthesis*, *comparison*, dan *classification* memperoleh peningkatan dalam kategori tinggi, sedangkan *generalization* masih berada dalam kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa siswa

masih memerlukan lebih banyak latihan untuk menarik prinsip umum dari beberapa contoh dan menerapkannya pada permasalahan baru. Dengan demikian, pengembangan PRIMMBASE selanjutnya perlu diarahkan pada penambahan variasi aktivitas Make, penyempurnaan umpan balik terhadap kesalahan query, dan peningkatan bantuan yang mendukung kemampuan generalisasi. Penelitian berikutnya juga dapat melibatkan sampel dan validator yang lebih luas serta kelompok kontrol agar pengaruh penggunaan PRIMMBASE dapat dibandingkan dengan pembelajaran tanpa media tersebut.

ACKNOWLEDGMENT

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Dr. Wahyudin, M.T. selaku dosen pembimbing pertama dan Latifahny Aridia Alfitri, S.Pd., M.Cs. selaku dosen pembimbing kedua atas arahan, masukan, dan pendampingan selama pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dr. Harsa Wara Prabawa, M.Pd. selaku validator ahli yang telah memberikan penilaian dan saran perbaikan terhadap produk serta instrumen penelitian, serta kepada Moh Ali Aljauhari, S.Kom., M.Pd. selaku guru mata pelajaran Basis Data yang telah membantu pelaksanaan penelitian di sekolah. Penulis turut menyampaikan terima kasih kepada SMKN 4 Bandung atas izin dan dukungan yang diberikan, serta kepada seluruh peserta didik kelas XI RPL 2 yang telah berpartisipasi dalam implementasi dan pengumpulan data penelitian.

REFERENCES

- Afifah, A., Amriyah, C., Koderi, Firmansyah, D., & Fiteriani, I. (2025). Pemanfaatan artificial intelligence untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di Madrasah Ibtidaiyah: Sebuah kajian literatur. *Bitnet: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 10(3), 93–111. <https://doi.org/10.33084/bitnet.v10i3.10974>
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Bronkhorst, H., Roorda, G., Suhre, C., & Goedhart, M. (2020). Logical reasoning in formal and everyday reasoning tasks. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18, 1673–1694. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-10039-8>
- Gustin, S. S. N., Junaeti, E., & Arianti, A. S. (2025). PICOLEARN: Web-based learning media development on PRIMM approach to enhance cognitive process in programming. *Research and Development Journal of Education*, 11(2), 1395–1406. <https://doi.org/10.30998/rdje.v11i2.28782>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah. (2025a). Peraturan Menteri Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2025 tentang perubahan atas Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 12 Tahun 2024 tentang kurikulum pada pendidikan anak usia dini, jenjang pendidikan dasar, dan jenjang pendidikan menengah. <https://peraturan.go.id/id/permendikdasmen-no-13-tahun-2025>
- Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah. (2025b). Capaian pembelajaran Rekayasa Perangkat Lunak Fase F. Ruang GTK. <https://guru.kemendikdasmen.go.id/kurikulum/referensi-penerapan/capaian-pembelajaran/smk/rekayasa-perangkat-lunak/fase-f/>
- Leacock, T. L., & Nesbit, J. C. (2007). A framework for evaluating the quality of multimedia learning resources. *Educational Technology & Society*, 10(2), 44–59. <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.10.2.44>
- Nielsen, J. (2012, January 3). Usability 101: Introduction to usability. Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>
- Sentance, S., Waite, J., & Kallia, M. (2019). Teaching computer programming with PRIMM: A sociocultural perspective. *Computer Science Education*, 29(2–3), 136–176. <https://doi.org/10.1080/08993408.2019.1608781>
- Sentance, S., & Waite, J. (2021). Teachers' perspectives on talk in the programming classroom: Language as a mediator. In *Proceedings of the 17th ACM Conference on International Computing Education Research* (pp. 266–280). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3446871.3469751>
- Sugandi, A. I., Sofyan, D., Bernard, M., Widiati, D., & Linda, L. (2024). Pengembangan E-LKPD berbasis PBL berbantuan Web Live Worksheet untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 13(4), 1215–1227. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v13i4.9364>
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89–100. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381>