

**IMPLEMENTASI ALGORITMA PERHITUNGAN CAPAIAN
PEMBELAJARAN LULUSAN (CPL) KURIKULUM
OUTCOME-BASED EDUCATION (OBE) BERBASIS WEB**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mendapatkan gelar Strata
Satu Program Studi Informatika**



**NOURMAN ROFIANDI
22EO10021**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA AL GHAZALI
CILACAP
2026**

**IMPLEMENTASI ALGORITMA PERHITUNGAN CAPAIAN
PEMBELAJARAN LULUSAN (CPL) KURIKULUM
OUTCOME-BASED EDUCATION (OBE) BERBASIS WEB**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mendapatkan gelar Strata
Satu Program Studi Informatika**



**NOURMAN ROFIANDI
22EO10021**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA AL GHAZALI
CILACAP
2026**

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa penulisan skripsi dengan judul “Implementasi Algoritma Perhitungan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) Kurikulum *Outcome-Based Education* (OBE) Berbasis Web” adalah hasil karya saya dengan arahan dari pembimbing dan belum diajukan kepada pihak manapun. Sumber informasi yang dikutip dalam skripsi ini telah dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila di kemudian hari terdapat ketidaksesuaian dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Cilacap, 13 Agustus 2026



Nourman Rofiandi
22EO10021

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi Saudara

Nama : Nourman Rofiandi
NIM : 22EO10021
Fakultas/Prodi : Fakultas MIKOM / Informatika
Judul : Implementasi Algoritma Perhitungan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) Kurikulum *Outcome-Based Education* (OBE) Berbasis Web

Telah disidangkan oleh Dewan Penguji Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap pada hari / tanggal :

Rabu, 12 Agustus 2026

Dan dapat diterima sebagai pemenuhan tugas akhir mahasiswa Program Strata Satu Program Studi Informatika (S.Kom.) Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer (FMIKOM) pada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap.

Cilacap, 13 Agustus 2026



Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer

M. T. A. Aziz Zein, S.Si., M.Kom.
NIDN. 2125098601

HALAMAN NOTA KONSULTAN

Tri Anggoro, M.Kom.

Dosen Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer
Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap

NOTA KONSULTAN

Hal : Skripsi Saudara Nourman Rofiandi
Lampiran : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer
Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap
di Cilacap

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, memeriksa dan melakukan perbaikan seperlunya maka skripsi saudara:

Nama : Nourman Rofiandi
NIM : 22EO10021
Prodi : Informatika
Judul : Implementasi Algoritma Perhitungan Capaian Pembelajaran
Lulusan (CPL) Kurikulum *Outcome-Based Education* (OBE)
Berbasis Web

Dapat diajukan ke Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer, Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Strata Satu (S1).

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Cilacap, 13 Agustus 2026
Konsultan

Tri Anggoro, M.Kom.
NIDN. 0601128103

NOTA PEMBIMBING

Cilacap, 11 Agustus 2026

Kepada Yth :
Fakultas Matematika dan Komputer (FMIKOM)
UNUGHA Cilacap
di Cilacap

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah melakukan bimbingan, telaah, arahan dan koreksi tahap penulisan skripsi saudara:

Nama : Nourman Rofiandi
NIM : 22EO10021
Fakultas : Matematika dan Ilmu Komputer
Prodi : Informatika
Judul : Implementasi Algoritma Perhitungan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) Kurikulum *Outcome-Based Education* (OBE) Berbasis Web

Kami berpendapat bahwa skripsi tersebut sudah dapat diajukan ke sidang skripsi. Bersamaan ini kami kirimkan skripsi tersebut, semoga dapat segera disidangkan.

Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Mengetahui,

Pembimbing I

Pembimbing II

M. T. A. Aziz Zein, S.Si., M.Kom.
NIDN. 2125098601

Riski Aspriyani, M.Pd.
NIDN. 0616118901

HALAMAN MOTO

“Jika sempit hidup ini
Tidur selalu tak tenang, pagi selalu menyiksa
Semua akan baik saja
Sebab Tuhan telah berjanji, setelah sempit ada kemudahan”
~Raim Laode

“Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia (lainnya)”

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(QS. Al-Baqarah: 286)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT, Rabb semesta alam, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Dengan penuh rasa syukur, karya ini penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan, nasihat, serta pengorbanan yang tidak pernah berhenti. Terima kasih telah menjadi sumber semangat dalam setiap langkah penulis.
2. Kakak dan kakak sepupu tercinta yang selalu memberikan doa, perhatian, semangat, serta dukungan dalam setiap proses yang penulis jalani. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan penulis hingga mampu menyelesaikan pendidikan ini.
3. Keluarga besar Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap yang telah menjadi bagian dari perjalanan pendidikan penulis.
4. Rekan-rekan seperjuangan Program Studi Informatika yang telah memberikan kebersamaan, bantuan, motivasi, dan berbagai pengalaman berharga selama masa perkuliahan.
5. Seseorang yang telah menjadi salah satu sumber semangat selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih karena selalu hadir memberikan dukungan, menemani dalam keadaan sulit maupun menyenangkan, serta terus menguatkan ketika penulis mulai merasa lelah dan kehilangan keyakinan terhadap diri sendiri. Dukungan dan semangat yang diberikan menjadi salah satu kekuatan bagi penulis untuk terus melangkah dan menyelesaikan apa yang telah dimulai.
6. Seluruh teman di Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap serta semua pihak yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan semangat kepada penulis.

Semoga karya sederhana ini dapat menjadi salah satu bentuk rasa syukur dan kebanggaan bagi orang-orang yang selalu mendukung perjalanan penulis.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri teladan bagi seluruh umat manusia.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari doa, bantuan, bimbingan, dukungan, serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak M. T. A. Aziz Zein, S.Si., M.Kom., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, serta dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Riski Aspriyani, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, serta masukan dalam proses penyusunan dan penyelesaian skripsi ini.
3. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Program Studi Informatika Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap yang telah memberikan ilmu, pengalaman, serta bantuan selama penulis menempuh pendidikan.
4. Pihak akademik Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap yang telah membantu dalam penyediaan data dan informasi yang diperlukan selama pelaksanaan penelitian.
5. Kedua orang tua, kakak, kakak sepupu, serta seluruh keluarga yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, dan semangat kepada penulis hingga dapat menyelesaikan pendidikan dan skripsi ini.
6. Seseorang yang senantiasa memberikan dukungan, perhatian, dan semangat selama proses penyusunan skripsi. Terima kasih telah menjadi salah satu sumber motivasi, terutama ketika penulis menghadapi kesulitan, merasa lelah, maupun kehilangan keyakinan dalam menyelesaikan proses ini.
7. Teman-teman seperjuangan Program Studi Informatika serta seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan, kebersamaan, motivasi, dan dukungan selama masa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan sebagai bahan perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta dapat menjadi salah satu referensi dalam pengembangan sistem informasi, khususnya yang berkaitan dengan evaluasi Capaian Pembelajaran Lulusan berbasis *Outcome-Based Education*.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan balasan atas segala doa, bantuan, bimbingan, dan kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Aamiin.

Cilacap, 13 Agustus 2026

Nourman Rofiandi

ABSTRAK

NOURMAN ROFIANDI. Implementasi Algoritma Perhitungan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) Kurikulum *Outcome-Based Education* (OBE) Berbasis Web. Dibimbing oleh Mochamad T. A. Aziz Zein, S.Si., M.Kom. dan Riski Aspriyani, M.Pd.

Implementasi kurikulum *Outcome-Based Education* (OBE) menuntut program studi melakukan evaluasi ketercapaian Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) secara sistematis. Proses evaluasi yang masih dilakukan secara manual berpotensi menimbulkan kesalahan perhitungan, inkonsistensi data, serta menyulitkan proses monitoring dan evaluasi akademik. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan algoritma perhitungan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) kurikulum OBE ke dalam sistem informasi berbasis web serta mengevaluasi akurasi dan validitas hasil perhitungannya.

Penelitian menggunakan metode *Prototype* yang meliputi studi literatur, analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, pembangunan *prototype*, evaluasi *prototype*, implementasi algoritma evaluasi CPL, pengujian sistem, analisis data, dan penarikan kesimpulan. Implementasi algoritma dilakukan secara bertahap melalui pengelolaan Profil Lulusan (PL), Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL), Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK), pemetaan hubungan CPL–CPMK, teknik penilaian, input nilai mahasiswa, perhitungan nilai CPMK, hingga perhitungan nilai CPL menggunakan metode *weighted average*. Pengujian sistem meliputi *Black Box Testing*, pengujian akurasi berdasarkan *expected result*, dan pengujian validitas terhadap kesesuaian proses perhitungan dengan struktur kurikulum OBE.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma perhitungan CPL berhasil diimplementasikan ke dalam sistem informasi berbasis web yang dapat diakses melalui domain <https://obe.unugha.ac.id>. Sistem menyediakan fitur pengelolaan data akademik, evaluasi CPL, dashboard ketercapaian CPL, visualisasi grafik *bar chart* dan *radar chart*, transkrip CPL mahasiswa, serta evaluasi kurikulum yang dilengkapi fitur *closing the loop* sebagai pendukung *Continuous Quality Improvement* (CQI). Hasil *Black Box Testing* menunjukkan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai kebutuhan fungsional. Pengujian akurasi menunjukkan bahwa output sistem sesuai dengan *expected result* berdasarkan rumus, bobot, data masukan, dan alur algoritma yang diterapkan, sedangkan pengujian validitas menunjukkan bahwa proses perhitungan telah sesuai dengan hubungan antara nilai mahasiswa, komponen penilaian, CPMK, bobot relasi CPMK terhadap CPL, hingga menghasilkan nilai akhir CPL sesuai struktur kurikulum OBE. Dengan demikian, sistem mampu mendukung proses monitoring dan evaluasi ketercapaian CPL secara akurat dan valid.

Kata kunci: *Outcome-Based Education*, Capaian Pembelajaran Lulusan, algoritma perhitungan, *weighted average*, sistem informasi berbasis web.

ABSTRACT

NOURMAN ROFIANDI. Web-Based Implementation of the Program Learning Outcomes (PLO) Calculation Algorithm for the Outcome-Based Education (OBE) Curriculum. Supervised by Mochamad T. A. Aziz Zein, S.Si., M.Kom. and Riski Aspriyani, M.Pd.

The implementation of the Outcome-Based Education (OBE) curriculum requires study programs to systematically evaluate the achievement of Program Learning Outcomes (PLOs). Manual evaluation processes are prone to calculation errors, data inconsistencies, and difficulties in monitoring and evaluating academic performance. This study aims to implement a Program Learning Outcomes (PLO) calculation algorithm based on the OBE curriculum into a web-based information system and evaluate the accuracy and validity of its calculation results.

This study employed the Prototype development method, which consists of literature review, system requirements analysis, system design, prototype development, prototype evaluation, implementation of the PLO evaluation algorithm, system testing, data analysis, and conclusion. The algorithm was implemented through several sequential stages, including managing Graduate Profiles (GP), Program Learning Outcomes (PLOs), Course Learning Outcomes (CLOs), mapping the relationships between PLOs and CLOs, assessment techniques, student grade input, CLO score calculation, and PLO score calculation using the weighted average method. System testing consisted of Black Box Testing, accuracy testing based on the expected results, and validity testing to ensure that the calculation process conformed to the OBE curriculum structure.

The results show that the PLO calculation algorithm was successfully implemented in a web-based information system accessible through <https://obe.unugha.ac.id>. The system provides academic data management, PLO evaluation, a PLO achievement dashboard, bar chart and radar chart visualizations, student PLO transcripts, and curriculum evaluation equipped with a closing-the-loop feature to support Continuous Quality Improvement (CQI). Black Box Testing confirmed that all system functions operated according to the specified functional requirements. Accuracy testing demonstrated that the system outputs matched the expected results based on the implemented formulas, weighting schemes, input data, and calculation algorithm. Furthermore, validity testing confirmed that the calculation process correctly followed the relationships among student grades, assessment components, Course Learning Outcomes (CLOs), the weighting of CLO-to-PLO mappings, and the final PLO scores in accordance with the OBE curriculum structure. Therefore, the developed system is capable of supporting accurate and valid monitoring and evaluation of Program Learning Outcomes.

Keywords: Outcome-Based Education, Program Learning Outcomes, calculation algorithm, weighted average, web-based information system.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
HALAMAN NOTA KONSULTAN.....	v
HALAMAN NOTA PEMBIMBING.....	vi
HALAMAN MOTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
ABSTRAK	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Penelitian Terkait	6
B. Landasan Teori.....	14
1. <i>Outcome-Based Education (OBE)</i>	14
2. Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)	15
3. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK).....	15
4. Standar Acuan dan Hubungan CPL, CPMK, Sub-CPMK, serta Penilaian	16
5. Sistem Informasi Berbasis Web	17
6. Teknologi Pengembangan Sistem	17
7. Algoritma Perhitungan Ketercapaian CPL.....	18
8. Metode Rata-Rata Tertimbang	19
9. Visualisasi Data dan <i>Dashboard Monitoring</i>	20
10. Metode <i>Prototype</i>	20

11.	<i>Black Box Testing</i>	21
12.	Pengujian Akurasi dan Validitas Perhitungan.....	22
BAB III METODOLOGI.....		23
A.	Waktu dan Tempat Penelitian	23
B.	Alat dan Bahan.....	23
C.	Prosedur Penelitian	24
1.	Studi Literatur	25
2.	Analisis Kebutuhan Sistem	25
3.	Perancangan Sistem	26
4.	Pembangunan Prototype Sistem.....	29
5.	Evaluasi Prototype	30
6.	Implementasi Algoritma Evaluasi CPL	30
7.	Pengujian Sistem.....	33
8.	Analisis Hasil	37
9.	Penarikan Kesimpulan	37
D.	Analisis Data.....	38
E.	Jadwal Penelitian	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		40
A.	Hasil	40
1.	Alamat Domain Sistem	40
2.	Fitur Utama Sistem	41
3.	Implementasi Fitur Evaluasi CPL	41
4.	Output Sistem.....	46
5.	Hasil Pengujian Sistem	49
B.	Pembahasan.....	54
1.	Pembahasan Proses Perhitungan Nilai CPL.....	55
2.	Pembahasan <i>Rule</i> Algoritma Evaluasi CPL.....	56
3.	Pembahasan Constraint Algoritma.....	57
4.	Pembahasan Visualisasi Hasil Evaluasi CPL.....	58
5.	Pembahasan Hasil Pengujian	59
BAB V KESIMPULAN.....		61
A.	Kesimpulan	61
B.	Saran/Rekomendasi.....	61
DAFTAR PUSTAKA		63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Mindmap Penelitian	14
Gambar 2 Metode Prototype (Pressman)	21
Gambar 3 Diagram Alur Penelitian.....	24
Gambar 4 Use Case Diagram.....	26
Gambar 5 Activity diagram.....	27
Gambar 6 Sequence diagram	28
Gambar 7 Class diagram	29
Gambar 8 Flowchart Algoritma Evaluasi CPL	31
Gambar 9 GanttChart Jadwal Penelitian	39
Gambar 10 Halaman Domain Sistem.....	40
Gambar 11 Halaman Profil Lulusan	42
Gambar 12 Halaman Data CPL	42
Gambar 13 Halaman Mata Kuliah	43
Gambar 14 Halaman CPMK	43
Gambar 15 Halaman Pemetaan CPL–CPMK	44
Gambar 16 Halaman Teknik Penilaian	44
Gambar 17 Halaman Input Nilai Mahasiswa	45
Gambar 18 Halaman Evaluasi CPL	45
Gambar 19 Dashboard Ketercapaian CPL	46
Gambar 20 Grafik Bar Chart Ketercapaian CPL	47
Gambar 21 Grafik Radar Chart Ketercapaian CPL.....	47
Gambar 22 Transkrip CPL Mahasiswa	48
Gambar 23 Halaman Evaluasi Kurikulum	49

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Penelitian Terkait	7
Tabel 2 Alat dan Bahan beserta keterangannya	23
Tabel 3 Pengujian Black Box Testing.....	33
Tabel 4 Pengujian Akurasi Perhitungan CPL	34
Tabel 5 Pengujian Validitas Perhitungan.....	36
Tabel 6 Hasil Pengujian <i>Black Box</i>	50
Tabel 7 Hasil Pengujian Akurasi Perhitungan	51
Tabel 8 Hasil Pengujian Validitas Perhitungan	54

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan sistem pendidikan tinggi saat ini menuntut perguruan tinggi untuk tidak hanya berfokus pada proses pembelajaran, tetapi juga pada hasil pembelajaran yang dicapai oleh mahasiswa. Salah satu pendekatan yang digunakan untuk menjamin ketercapaian kompetensi lulusan adalah *Outcome-Based Education* (OBE) [1], [2], [3], [4]. OBE merupakan pendekatan pendidikan yang berorientasi pada capaian hasil pembelajaran mahasiswa sebagai indikator utama keberhasilan proses pendidikan. Menurut Harden, OBE menekankan bahwa seluruh proses pendidikan harus diarahkan pada pencapaian hasil belajar yang telah ditentukan [2], [5]. Pendekatan ini menekankan bahwa seluruh proses akademik mulai dari perancangan kurikulum, proses pembelajaran, hingga sistem evaluasi harus disusun secara sistematis untuk memastikan ketercapaian kompetensi lulusan yang telah ditetapkan [2], [6].

Dalam implementasinya di perguruan tinggi, OBE diterjemahkan ke dalam struktur capaian pembelajaran yang mencakup Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) dan Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK). CPMK dapat dijabarkan lebih rinci menjadi Sub-CPMK apabila program studi memerlukannya. CPL merupakan kompetensi utama yang harus dimiliki mahasiswa setelah menyelesaikan studinya, sedangkan CPMK merupakan kontribusi setiap mata kuliah terhadap CPL. Teknik penilaian digunakan untuk menghasilkan bukti ketercapaian CPMK, baik melalui hubungan langsung dengan CPMK maupun melalui Sub-CPMK ketika komponen tersebut digunakan [7], [8], [9].

Namun demikian, implementasi OBE memiliki tingkat kompleksitas yang cukup tinggi, terutama pada proses evaluasi ketercapaian CPL. Kompleksitas tersebut berasal dari pemetaan CPL dengan CPMK, pengaturan teknik dan instrumen penilaian, pembobotan nilai, serta penggunaan Sub-CPMK apabila diperlukan sebagai rincian kemampuan pada tahap pembelajaran [10], [11], [12]. Selain itu, proses penilaian harus mampu menunjukkan kontribusi setiap mata kuliah terhadap ketercapaian CPL secara terukur dan objektif [13].

Permasalahan yang sering terjadi dalam implementasi OBE adalah proses pengolahan data ketercapaian CPL yang masih dilakukan secara manual atau menggunakan *spreadsheet* sederhana. Kondisi ini berpotensi menimbulkan kesalahan perhitungan, inkonsistensi data, serta kesulitan dalam melakukan *monitoring* ketercapaian CPL secara menyeluruh [5], [14], [15]. Selain itu, belum tersedianya sistem yang terintegrasi juga menyebabkan program studi mengalami kesulitan dalam melakukan evaluasi mutu pembelajaran secara berkelanjutan [16].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu sistem informasi yang mampu mengelola proses evaluasi CPL secara terintegrasi mulai dari

pengelolaan data CPL, CPMK, pemetaan kurikulum, proses penilaian mahasiswa, hingga visualisasi ketercapaian CPL. Sistem berbasis web menjadi solusi yang tepat karena memiliki keunggulan dalam hal aksesibilitas, fleksibilitas, serta kemudahan integrasi antar pengguna dalam lingkungan akademik [14], [17], [18]. Menurut Laudon dan Laudon, sistem informasi berbasis web memungkinkan integrasi data dan distribusi informasi secara *real-time*. Selain itu, sistem berbasis web juga mendukung kolaborasi *multi-user* dalam lingkungan akademik yang kompleks [12], [14], [19].

Selain kebutuhan sistem informasi, aspek penting dalam implementasi OBE adalah perancangan algoritma perhitungan ketercapaian CPL. Proses perhitungan ini tidak hanya melibatkan satu sumber data, tetapi merupakan hasil integrasi beberapa komponen, yaitu nilai mahasiswa, bobot teknik penilaian, pemetaan CPMK terhadap CPL, serta proses agregasi akhir CPL [7], [8]. Secara umum, alur perhitungan dapat dijelaskan sebagai berikut: nilai mahasiswa diolah berdasarkan teknik penilaian, kemudian dilakukan pembobotan pada CPMK, dilanjutkan pemetaan kontribusi CPMK terhadap CPL, dan akhirnya dilakukan agregasi untuk menghasilkan nilai ketercapaian CPL secara keseluruhan. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan *algoritmik* yang sistematis agar hasil perhitungan lebih akurat, konsisten, dan dapat dipertanggungjawabkan [10], [18].

Hasil perhitungan ketercapaian CPL selanjutnya perlu disajikan dalam bentuk visualisasi data agar mudah dipahami oleh pengelola program studi. Visualisasi dalam bentuk *dashboard* akademik dapat membantu dalam proses monitoring, evaluasi, serta pengambilan keputusan berbasis data secara lebih cepat dan efektif [20], [21].

Penelitian terkait implementasi *Outcome-Based Education* (OBE) umumnya berfokus pada pengembangan sistem informasi untuk pengelolaan dan visualisasi capaian pembelajaran. Penelitian oleh Kushari dan Septiadi menunjukkan bahwa sistem informasi *assessment* berbasis web mampu membantu *monitoring* ketercapaian CPL secara terintegrasi. Hal serupa juga ditunjukkan oleh Herlambang dan rekan-rekan yang mengembangkan sistem evaluasi OBE berbasis web untuk mendukung pengelolaan data CPL dan CPMK secara sistematis. Selain itu, penelitian oleh Zakyrafi dan Saptadi menunjukkan bahwa *dashboard* mampu membantu visualisasi ketercapaian CPL secara lebih informatif dan mudah dipahami [10], [11], [20].

Di sisi lain, beberapa penelitian juga telah mengkaji aspek evaluasi dan pengukuran CPL secara kuantitatif. Penelitian oleh Zayani dan rekan-rekan mengusulkan *framework* otomatis untuk meningkatkan akurasi pengukuran CLO dan PLO, sedangkan Derouich mengembangkan model *alignment* antara CLO dan PLO untuk meningkatkan konsistensi evaluasi pembelajaran [7], [8]. Namun demikian, penelitian-penelitian tersebut lebih menekankan pada *framework* atau

model konseptual, dan belum banyak yang mengimplementasikan algoritma perhitungan CPL secara terstruktur dalam sistem informasi yang terintegrasi.

Dalam penelitian ini, metode pengembangan sistem yang digunakan adalah metode *prototype*. Metode ini dipilih karena memungkinkan pengembang membangun rancangan awal sistem yang kemudian dievaluasi langsung oleh pengguna untuk memperoleh umpan balik sehingga sistem yang dikembangkan dapat sesuai dengan kebutuhan pengguna [22], [23], [24]. Menurut Pressman, metode *prototype* memberikan pendekatan *iteratif* melalui pembuatan model awal sistem yang terus disempurnakan berdasarkan evaluasi pengguna. Pendekatan ini dinilai efektif dalam pengembangan sistem yang memiliki kebutuhan dinamis dan kompleks [22], [25], [26].

Berdasarkan kajian tersebut, dapat disimpulkan bahwa meskipun telah banyak penelitian yang membahas sistem OBE, *dashboard monitoring*, serta evaluasi capaian pembelajaran, masih terdapat keterbatasan dalam penelitian yang secara khusus mengimplementasikan algoritma perhitungan ketercapaian CPL secara terstruktur ke dalam sistem berbasis web. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada implementasi algoritma perhitungan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) kurikulum *Outcome-Based Education* (OBE) dalam sistem berbasis web yang mampu mengolah nilai mahasiswa, memetakan CPMK terhadap CPL, serta menghasilkan data ketercapaian CPL sebagai bahan *monitoring* dan evaluasi akademik.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan algoritma perhitungan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) kurikulum *Outcome-Based Education* (OBE) berbasis web di Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali?
2. Bagaimana evaluasi akurasi dan validitas hasil perhitungan pada sistem tersebut untuk memastikan ketepatan data *monitoring* dan evaluasi akademik?

C. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dibatasi pada pengembangan sistem untuk mengelola data Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL), Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK), pemetaan CPL–CPMK, teknik penilaian, bobot penilaian, nilai mahasiswa, serta proses perhitungan ketercapaian CPL berdasarkan struktur kurikulum *Outcome-Based Education* (OBE).

2. Sistem yang dikembangkan berbentuk aplikasi berbasis web untuk mengelola data dan menampilkan hasil perhitungan ketercapaian CPL secara terpusat.
3. Data yang dikelola dalam sistem meliputi data CPL, CPMK, mata kuliah, pemetaan CPL–CPMK, bobot teknik penilaian, bobot relasi CPMK terhadap CPL, serta nilai mahasiswa.
4. Data akademik yang digunakan dalam penelitian merupakan data asli yang diperoleh dari bagian akademik melalui Sistem Informasi Akademik (SIKAD). Data tersebut dibatasi pada data nilai akhir mahasiswa pada setiap mata kuliah dan digunakan sebagai data masukan dalam proses pengujian sistem.
5. Sub-CPMK bersifat opsional dan tidak menjadi komponen utama dalam proses perhitungan. Perhitungan tetap dapat dilakukan berdasarkan nilai mahasiswa pada teknik penilaian yang ditetapkan langsung terhadap CPMK.
6. Proses perhitungan ketercapaian CPL dilakukan berdasarkan nilai mahasiswa, bobot teknik penilaian, nilai CPMK, dan bobot relasi CPMK terhadap CPL menggunakan metode rata-rata tertimbang (*weighted average*).
7. Sistem menyediakan hasil perhitungan ketercapaian CPL dalam bentuk tabel, dashboard, grafik, dan transkrip CPL sebagai bahan monitoring dan evaluasi akademik.
8. Pengujian sistem dilakukan melalui pengujian fungsionalitas menggunakan metode Black Box Testing, serta pengujian akurasi dan validitas berdasarkan prosedur algoritma yang telah dirancang.
9. Penelitian ini tidak membahas penyusunan kurikulum baru, perubahan rumusan CPL program studi, maupun integrasi sistem secara langsung dengan SIKAD yang telah berjalan di Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali.

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan sistem berbasis web yang mengimplementasikan algoritma perhitungan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) kurikulum *Outcome-Based Education* (OBE).
2. Mengetahui tingkat akurasi dan validitas hasil perhitungan pada sistem dalam mendukung proses *monitoring* dan evaluasi akademik.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini dibagi menjadi manfaat teoritis dan manfaat praktis.

1. Manfaat Teoritis

Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem informasi akademik, khususnya pada implementasi algoritma perhitungan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) kurikulum *Outcome-Based Education* (OBE) berbasis web.

2. Manfaat Praktis

Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi beberapa pihak sebagai berikut:

- a. Bagi Program Studi:
Membantu *monitoring* ketercapaian CPL secara sistematis sebagai bahan evaluasi mutu pembelajaran.
- b. Bagi Dosen:
Membantu proses evaluasi CPMK serta kontribusinya terhadap CPL.
- c. Bagi Peneliti:
Menambah pengalaman dalam perancangan algoritma serta pengembangan sistem informasi berbasis *web*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terkait

Penelitian terkait digunakan sebagai dasar untuk mengetahui perkembangan penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan implementasi *Outcome-Based Education* (OBE), pengukuran Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL), sistem informasi akademik berbasis web, *dashboard monitoring*, serta pengujian sistem. Kajian penelitian terkait juga digunakan untuk menunjukkan posisi penelitian ini dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.

Secara umum, penelitian sebelumnya telah banyak membahas pengembangan sistem informasi untuk membantu implementasi OBE. Kushari dan Septiadi mengembangkan sistem informasi *learning outcome assessment* untuk membantu penerapan OBE melalui proses pengelolaan dan monitoring capaian pembelajaran [11]. Herlambang dkk. mengembangkan sistem evaluasi OBE program studi dan pengukuran CPL mahasiswa berbasis web yang mampu mendukung pengelolaan data CPL secara sistematis [10]. Selain itu, Wahyudi dan Heksaputra mengembangkan aplikasi penilaian OBE berbasis *website* menggunakan metode *waterfall* yang dapat digunakan sesuai kebutuhan kurikulum OBE [15].

Penelitian lain juga berfokus pada visualisasi dan *monitoring* ketercapaian CPL. Zakyrafi dan Saptadi mengusulkan rancangan *dashboard* portofolio penilaian CPL berbasis OBE untuk membantu menampilkan data ketercapaian CPL secara lebih mudah dipahami [20]. Rumbajan dkk. menjelaskan bahwa *monitoring* CPL berbasis OBE dapat dilakukan melalui aplikasi yang menampilkan hubungan antara CPL, mata kuliah, CPMK, Sub-CPMK, bobot kontribusi, dan grafik capaian [21]. Hal ini menunjukkan bahwa visualisasi data menjadi bagian penting dalam proses evaluasi kurikulum berbasis OBE.

Selain pengembangan sistem dan *dashboard*, terdapat pula penelitian yang membahas pengukuran CLO/PLO atau CPMK/CPL secara otomatis. Zayani dkk. mengusulkan *framework* otomatis untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi pengukuran CLO dan PLO [8]. Derouich membahas keselarasan antara CLO dan PLO melalui pendekatan sistematis agar evaluasi kurikulum berbasis OBE menjadi lebih konsisten [7]. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa pengukuran capaian pembelajaran membutuhkan alur perhitungan yang jelas, terstruktur, dan dapat ditelusuri.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, sebagian besar penelitian berfokus pada pengembangan sistem informasi, *dashboard monitoring*, pemetaan capaian pembelajaran, atau evaluasi implementasi OBE. Namun, penelitian yang secara khusus menekankan implementasi algoritma perhitungan ketercapaian CPL secara terstruktur ke dalam sistem berbasis web masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada implementasi algoritma perhitungan Capaian

Pembelajaran Lulusan (CPL) kurikulum *Outcome-Based Education* (OBE) berbasis web. Fokus penelitian diarahkan pada proses pengolahan nilai mahasiswa, pemetaan CPMK terhadap CPL, perhitungan ketercapaian CPL menggunakan rata-rata tertimbang, serta evaluasi akurasi dan validitas hasil perhitungan.

Tabel 1 Penelitian Terkait

No	Nama (Tahun)	Keterangan
(1)	(2)	(3)
1	Adliansyah Rifqi, 2024	Judul : Pengembangan Sistem Visualisasi Capaian Pembelajaran Lulusan Dan Capaian Pembelajaran Mata Kuliah Di Jurusan Ilmu Komputer Metode : <i>Rapid Application Development</i> (RAD) Software : Laravel Hasil : Penelitian ini akan menghasilkan sistem berbasis website yang memvisualisasikan Capaian Pembelajaran Lulusan dan Capaian Pembelajaran Mata Kuliah serta pemetaan profil lulusan berdasarkan profil lulusan Jurusan ilmu Komputer
2	Hilal Naufal, 2025	Judul : Sistem Penilaian Berbasis OBE (Outcome-Based Education) Modul Pemetaan Nilai Ke Capaian Pembelajaran Lulusan Dan Capaian Pembelajaran Mata Kuliah Metode : <i>Rapid Application Development</i> (RAD) Software : - Hasil : Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi berhasil dikembangkan untuk mendukung pemetaan nilai terhadap capaian pembelajaran lulusan dan mata kuliah. Keberhasilan ini dibuktikan melalui pengujian dengan metode Black Box Testing,

No	Nama (Tahun)	Keterangan
(1)	(2)	(3)
		yang menunjukkan bahwa seluruh fungsi sistem berjalan sebagaimana mestinya.
3	Bintoro, dkk., 2026	Judul : Evaluasi Capaian Pembelajaran Lulusan melalui Sistem Informasi CPL Berbasis OBE Metode : Prototype Software : - Hasil : Hasil penelitian menunjukkan bahwa mayoritas lulusan telah mencapai CPL yang ditetapkan, dengan rata-rata IPK sebesar 3,5, capaian aspek pengetahuan sebesar 87%, keterampilan sebesar 82%, dan sikap profesional sebesar 93%. Sistem informasi yang dikembangkan mampu menyajikan data ketercapaian CPL secara terintegrasi, real-time, dan mendukung kebutuhan evaluasi mutu serta akreditasi.
4	Wahyudi & Heksaputra, 2023	Judul : Pengembangan Aplikasi Penilaian Outcome-Based Education (OBE) Berbasis Website Dengan Metode Waterfall Metode : Waterfall Software : - Hasil : Hasil dari penelitian ini berupa aplikasi penilaian berbasis website yang dapat digunakan sesuai fungsinya berdasarkan kurikulum OBE
5	Kushari & Septiadi, 2022	Judul : A Learning Outcome Assessment Information System to Facilitate Outcome-Based Education (OBE) Implementation Metode : System Development Research Software : - Hasil : Penelitian menghasilkan sistem informasi assessment learning outcome berbasis web yang mampu membantu monitoring ketercapaian CPL serta

No	Nama (Tahun)	Keterangan
(1)	(2)	(3)
		mendukung evaluasi kurikulum berbasis OBE.
6	Izhari, 2024	Judul : Development of an Adaptive Curriculum Based on Outcome-Based Education Metode : Curriculum Development Research Software : - Hasil : Penelitian menghasilkan kurikulum adaptif berbasis OBE yang mampu meningkatkan alignment CPL dan CPMK dalam program studi IT
7	Zakyrafi & Saptadi, 2023	Judul : Usulan Perancangan Dashboard Portofolio Penilaian CPL Berbasis OBE (Outcome-Based Education) Di Departemen Teknik Industri Universitas Diponegoro Metode : System Design Software : Dashboard System (Excel/BI Tools) Hasil : Dashboard membantu visualisasi ketercapaian CPL menggunakan pendekatan direct dan indirect assessment.
8	Herlambang dkk., 2023	Judul : Sistem Evaluasi OBE Prodi Dan Pengukuran CPL Mahasiswa Metode : Prototype Software : Web Based System Hasil : Sistem mampu mengukur ketercapaian CPL mahasiswa secara sistematis dan terintegrasi.
9	Ishaq dkk., 2023	Judul : Aplikasi Probe Untuk Penilaian Capaian Pembelajaran Mahasiswa Pada Kurikulum OBE(Outcome-Based Education) Metode : Prototype Software : Web Application

No	Nama (Tahun)	Keterangan
(1)	(2)	(3)
		Hasil : Aplikasi membantu pengukuran CPL mahasiswa serta pengelolaan data kurikulum berbasis OBE.
10	Hardianto dkk., 2024	Judul : Implementasi Metode PIECES Pada Perancangan Sistem Outcome-Based Education(OBE) Metode : PIECES Software : Web System Hasil : Sistem meningkatkan efisiensi pengelolaan data CPL
11	Siregar, 2024	Judul : Analysis of Learning Assessment Suitability with Learning Outcomes in the Implementation of Outcome-Based Education (OBE) Curriculum Metode : Mixed Method Software : Statistical Tools Hasil : terdapat hubungan signifikan antara metode penilaian dan ketercapaian CPL.
12	Asmi dkk., 2024	Judul : Review of the curriculum of the OBE (Outcome-Based Education) health study program Metode : Literature Review Software : - Hasil : OBE meningkatkan kualitas lulusan
13	Yulherniwati dkk., 2025	Judul : Black Box Testing pada Sistem Evaluasi Capaian Pembelajaran Berdasarkan Outcome-Based Education Metode : Black Box Testing Software : Web Evaluation System Hasil : Sistem evaluasi CPL berbasis OBE berhasil diuji secara fungsional dan mampu

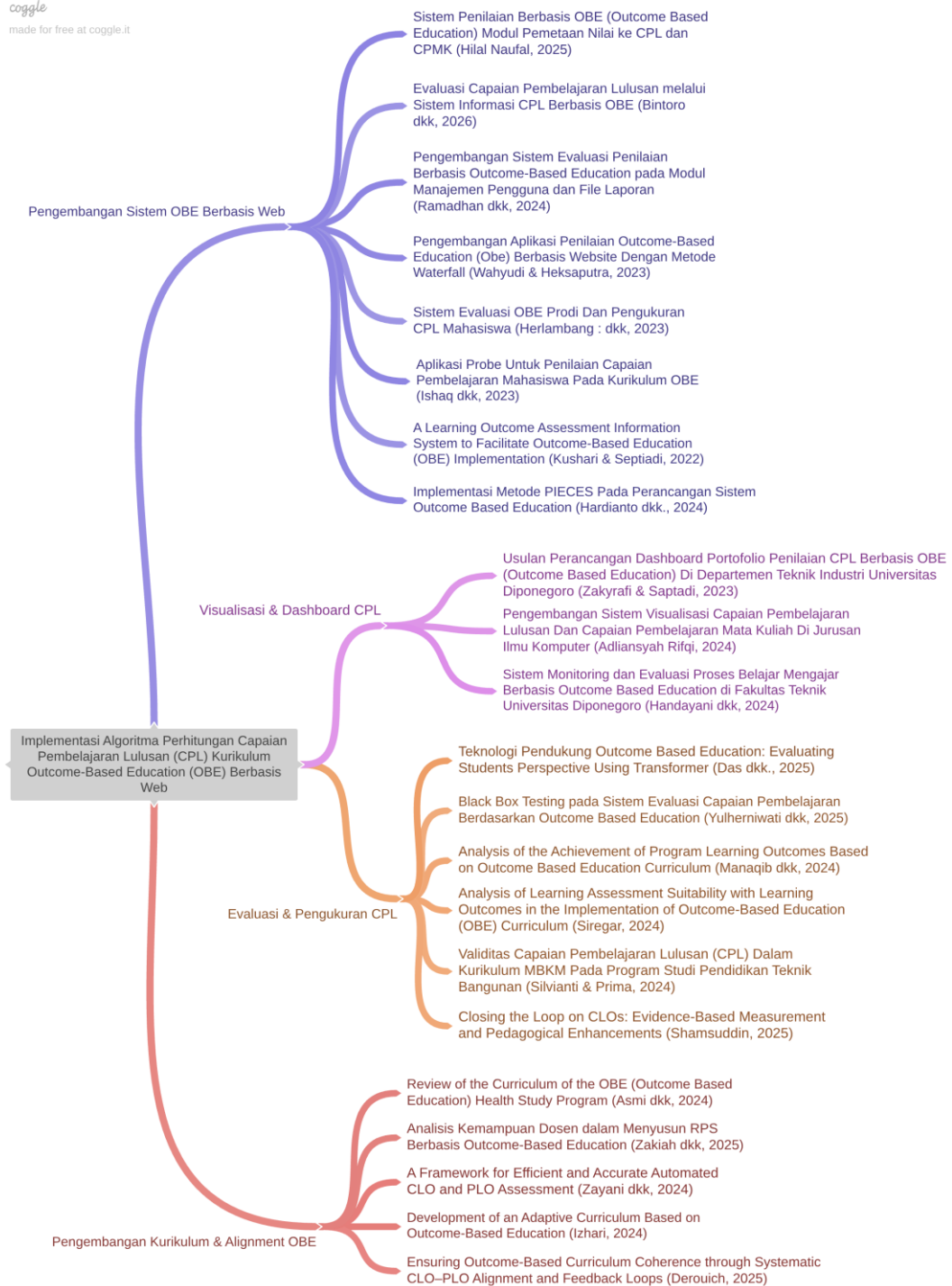
No	Nama (Tahun)	Keterangan
(1)	(2)	(3)
		memastikan kualitas sistem pengukuran ketercapaian CPL.
14	Manaqib dkk., 2024	Judul : Analysis of the Achievement of Program Learning Outcomes Based on Outcome-Based Education Curriculum Metode : Quantitative Research Software : - Hasil : Evaluasi CPL dapat digunakan sebagai dasar peningkatan mutu pembelajaran dan standar akreditasi program studi.
15	Silvianti & Prima, 2024	Judul : Validitas capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) Dalam Kurikulum MBKM Pada Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Metode : Research and Development(R&D) Software : - Hasil : Validasi CPL menunjukkan kesesuaian tinggi dengan kebutuhan industri dan standar pendidikan tinggi.
16	Das dkk., 2025	Judul : Outcome-Based Education: Evaluating Students Perspective Using Transformer Metode : Machine Learning Research Software : Python NLP Hasil : Model NLP mampu membantu analisis evaluasi pembelajaran OBE melalui data feedback mahasiswa.
17	Derouich, 2025	Judul : Ensuring Outcome-Based Curriculum Coherence through Systematic CLO–PLO Alignment and Feedback Loops Metode : Quantitative Framework Software : -

No	Nama (Tahun)	Keterangan
(1)	(2)	(3)
		Hasil : Model matematis alignment CLO dan PLO mampu meningkatkan akurasi evaluasi ketercapaian learning outcome.
18	Zayani dkk., 2024	Judul : A Framework for Efficient and Accurate Automated CLO and PLO Assessment Metode : Framework Development Software : Hasil : Framework mampu meningkatkan akurasi pengukuran CLO dan PLO melalui sistem otomatis berbasis indikator performa.
19	Handayani dkk., 2024	Judul : Sistem Monitoring dan Evaluasi Proses Belajar Mengajar Berbasis Outcome-Based Education di Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Metode : System Development Software : Web System Hasil : Sistem membantu monitoring pembelajaran berbasis CPL
20	Shamsuddin, 2025	Judul : Closing the Loop on CLOs: Evidence-Based Measurement and Pedagogical Enhancements Metode : Mixed Method Software : - Hasil : Penelitian menunjukkan evaluasi CLO berbasis data membantu peningkatan kualitas pembelajaran OBE.
21	Ramadhan dkk., 2024	Judul : Pengembangan Sistem Evaluasi Penilaian Berbasis Outcome-Based Education pada Modul Manajemen Pengguna dan File Laporan

No	Nama (Tahun)	Keterangan
(1)	(2)	(3)
		Metode : Rapid Application Development (RAD) Software : PHP Laravel Hasil : Sistem berhasil membantu pengelolaan multi-role user serta menghasilkan laporan CPL dan CPMK secara otomatis untuk evaluasi OBE.
22	Zakiah dkk., 2025	Judul : Analisis Kemampuan Dosen dalam Menyusun RPS Berbasis Outcome-Based Education Metode : Kualitatif Deskriptif Software : - Hasil : Penelitian menunjukkan RPS sudah sesuai kerangka OBE namun masih perlu peningkatan keterkaitan antara CPL, CPMK dan metode asesmen.

Tabel tersebut menunjukkan bahwa penelitian ini memiliki kedekatan dengan penelitian sebelumnya dalam hal OBE, CPL, CPMK, sistem berbasis web, dan *dashboard monitoring*. Perbedaannya, penelitian ini secara khusus menempatkan algoritma perhitungan CPL sebagai fokus utama, yaitu bagaimana nilai mahasiswa diolah melalui bobot komponen penilaian, dihitung menjadi nilai CPMK, kemudian dipetakan ke CPL berdasarkan bobot relasi CPMK terhadap CPL.

Diagram *mind map* dicontohkan pada gambar berikut ini



Gambar 1 Mindmap Penelitian

B. Landasan Teori

1. *Outcome-Based Education (OBE)*

Outcome-Based Education (OBE) merupakan pendekatan pendidikan yang menempatkan hasil belajar yang dapat diamati dan diukur sebagai fokus utama. Seluruh unsur kurikulum, proses pembelajaran, dan asesmen dirancang sejak

awal untuk memastikan mahasiswa mencapai kompetensi yang telah ditetapkan [2], [38].

Menurut Harden, pendekatan OBE mengharuskan kurikulum, metode pembelajaran, dan sistem evaluasi disusun berdasarkan hasil belajar yang ingin dicapai [2]. Prinsip ini sejalan dengan constructive alignment, yaitu keselarasan antara capaian pembelajaran, aktivitas pembelajaran, serta teknik dan instrumen penilaian [38].

Dalam konteks pendidikan tinggi Indonesia, standar kompetensi lulusan dirumuskan sebagai Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL). Penyusunan CPL memperhatikan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI), visi dan misi perguruan tinggi, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, kebutuhan dunia kerja, serta masukan pemangku kepentingan [27], [39]. Permendiktisaintek Nomor 39 Tahun 2025 sebagaimana diubah dengan Permendiktisaintek Nomor 10 Tahun 2026 menjadi acuan standar nasional pendidikan tinggi yang berlaku pada saat penelitian ini diselesaikan [27], [40].

2. Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)

Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) merupakan rumusan kompetensi pada tingkat program studi yang harus dicapai mahasiswa setelah menyelesaikan keseluruhan proses pembelajaran. Berdasarkan standar nasional pendidikan tinggi, CPL memuat kesatuan sikap, pengetahuan, dan keterampilan serta disusun oleh program studi dengan melibatkan pemangku kepentingan dan memperhatikan KKNI [27], [39].

Dalam kurikulum OBE, CPL menjadi target akhir program studi dan selanjutnya dibebankan pada mata kuliah. Setiap mata kuliah memiliki CPMK yang berkontribusi terhadap satu atau lebih CPL, sehingga ketercapaian CPL dapat ditelusuri melalui hasil asesmen pada mata kuliah [27], [38].

Data ketercapaian CPL juga dapat digunakan sebagai dasar monitoring, evaluasi kurikulum, dan perbaikan mutu pembelajaran secara berkelanjutan. Dengan adanya data ketercapaian CPL, program studi dapat mengetahui capaian yang sudah memenuhi target maupun capaian yang masih perlu ditingkatkan.

3. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) merupakan rumusan kemampuan pada tingkat mata kuliah yang diturunkan dari CPL yang dibebankan pada mata kuliah tersebut. CPMK berfungsi mengoperasionalkan CPL agar dapat dicapai, diamati, dan diukur melalui proses pembelajaran serta asesmen pada satu mata kuliah [27], [38].

CPMK berperan sebagai penghubung antara kompetensi lulusan dengan materi pembelajaran, metode pembelajaran, dan instrumen penilaian pada mata kuliah. Setiap CPMK dapat berkontribusi terhadap satu atau lebih CPL melalui bobot relasi yang ditetapkan oleh program studi. Apabila diperlukan, CPMK dapat dijabarkan menjadi Sub-CPMK untuk memperinci kemampuan pada

setiap tahap pembelajaran, tetapi keberadaan Sub-CPMK tidak selalu menjadi dasar komputasi nilai [21], [38].

Pemetaan CPL–CPMK harus disusun secara eksplisit agar kontribusi setiap mata kuliah terhadap CPL dapat dihitung dan ditelusuri. Dalam sistem penelitian ini, bobot relasi CPMK terhadap CPL digunakan pada tahap agregasi nilai CPMK menjadi nilai CPL.

Dalam penelitian ini, data mata kuliah, CPMK, CPL, serta hubungan antara mata kuliah, CPMK, dan CPL yang digunakan dalam skenario pengujian mengacu pada Kurikulum Program Studi Informatika Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap Tahun 2023 [41]. Pada mata kuliah Aljabar Linear Elementer, CPMK-43 dan CPMK-44 memiliki relasi terhadap CPL-05 sesuai dengan pemetaan yang terdapat dalam dokumen kurikulum tersebut. Data tersebut digunakan sebagai dasar untuk merepresentasikan alur hubungan mata kuliah, CPMK, dan CPL pada proses pengujian algoritma dalam sistem.

4. Standar Acuan dan Hubungan CPL, CPMK, Sub-CPMK, serta Penilaian

Sub-CPMK merupakan kemampuan yang lebih spesifik dan terukur pada setiap tahap pembelajaran. Sub-CPMK diturunkan dari CPMK, dirumuskan dengan kemampuan akhir yang dapat diamati, dan secara kumulatif berkontribusi terhadap pencapaian CPMK serta CPL [38].

Hubungan antarunsur kurikulum OBE perlu disusun secara selaras. CPL berada pada tingkat program studi, sedangkan CPMK berada pada tingkat mata kuliah dan menjadi kontribusi mata kuliah terhadap CPL. Teknik dan instrumen penilaian menghasilkan bukti ketercapaian CPMK. Sub-CPMK dapat digunakan untuk menjabarkan CPMK menjadi kemampuan yang lebih spesifik dan menghubungkan bukti penilaian secara lebih rinci. Namun, pada implementasi sistem penelitian ini, teknik penilaian juga dapat dihubungkan langsung dengan CPMK sehingga proses perhitungan tidak bergantung pada keberadaan Sub-CPMK [21], [38].

Standar penilaian pendidikan tinggi mengharuskan asesmen memenuhi prinsip valid, reliabel, transparan, akuntabel, adil, objektif, dan edukatif. Penilaian dapat bersifat formatif maupun sumatif, dengan teknik berupa observasi, partisipasi, unjuk kerja, tes tertulis, tes lisan, proyek, penugasan, atau bentuk lain yang sesuai dengan capaian yang diukur [27], [38].

Hubungan sistematis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. CPL ditetapkan sebagai target kompetensi pada tingkat program studi.
- b. CPMK ditetapkan pada setiap mata kuliah dan dipetakan ke CPL beserta bobot kontribusinya.
- c. Sub-CPMK dapat diturunkan dari CPMK apabila diperlukan sebagai kemampuan spesifik pada tahap pembelajaran.
- d. Teknik dan instrumen penilaian ditetapkan untuk mengukur CPMK serta diberi bobot sesuai kontribusinya. Apabila Sub-CPMK digunakan,

teknik penilaian dapat sekaligus dihubungkan dengan Sub-CPMK tersebut sebagai informasi tambahan.

- e. Nilai dari setiap teknik atau instrumen penilaian dihitung berdasarkan bobotnya untuk menghasilkan nilai CPMK. Selanjutnya, nilai CPMK diagregasikan menjadi nilai CPL berdasarkan bobot relasi CPMK–CPL.

Pada penelitian ini, proses perhitungan dimulai dari nilai mahasiswa yang diperoleh melalui teknik atau instrumen penilaian. Nilai tersebut kemudian digunakan untuk menghitung nilai CPMK, lalu nilai CPMK dipetakan untuk menghasilkan nilai CPL. Sub-CPMK tidak menjadi dasar utama dalam proses perhitungan dan hanya digunakan apabila diperlukan sebagai rincian capaian pembelajaran. Sub-CPMK juga tidak memiliki bobot tersendiri dalam rumus perhitungan.

5. Sistem Informasi Berbasis Web

Sistem informasi merupakan kombinasi antara manusia, perangkat keras, perangkat lunak, jaringan, data, dan prosedur yang saling berinteraksi untuk mengolah data menjadi informasi. Sistem informasi digunakan untuk mendukung kegiatan operasional, pengelolaan data, dan pengambilan keputusan dalam organisasi [17].

Dalam lingkungan akademik, sistem informasi dapat digunakan untuk mengelola data pembelajaran, data kurikulum, data nilai mahasiswa, serta hasil evaluasi akademik. Sistem informasi berbasis web merupakan sistem yang dapat diakses melalui browser dengan memanfaatkan teknologi web. Sistem berbasis web memiliki keunggulan dalam hal kemudahan akses, fleksibilitas penggunaan, dan kemampuan untuk digunakan oleh banyak pengguna sesuai hak akses masing-masing [14], [17].

Kushari dan Septiadi mengembangkan sistem informasi *assessment* berbasis web untuk membantu implementasi OBE melalui pengelolaan dan pemantauan ketercapaian *learning outcome* [11]. Safiudin juga menunjukkan bahwa sistem informasi OBE berbasis web dapat digunakan untuk mengelola CPL, CPMK, dan *monitoring* ketercapaian pembelajaran secara terintegrasi [14]. Oleh karena itu, sistem berbasis web sesuai digunakan dalam penelitian ini karena sistem perlu mengelola data CPL, CPMK, pemetaan CPL–CPMK, nilai mahasiswa, dan hasil perhitungan CPL secara terpusat.

6. Teknologi Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem dalam penelitian ini menggunakan *React.js* pada sisi *frontend*, *Node.js* dan *Express.js* pada sisi *backend*, serta *Prisma ORM* untuk pengelolaan basis data.

React.js merupakan *library JavaScript* yang digunakan untuk membangun antarmuka pengguna berbasis komponen [28]. Konsep komponen pada *React.js* memungkinkan antarmuka seperti *form input*, tabel data, halaman *dashboard*, dan komponen visualisasi dibuat secara modular. Penggunaan

React.js sesuai untuk penelitian ini karena sistem membutuhkan antarmuka yang dinamis, terstruktur, dan mudah dikembangkan secara bertahap.

Node.js merupakan *runtime JavaScript* yang dapat digunakan untuk membangun server dan aplikasi web [29]. Penggunaan *Node.js* memungkinkan pengembangan *frontend* dan *backend* berada dalam ekosistem *JavaScript* yang sama. Dalam penelitian ini, *Node.js* digunakan pada sisi server untuk menangani proses bisnis, pengolahan *request*, dan komunikasi antara *frontend* dengan basis data.

Express.js merupakan *framework* aplikasi web untuk *Node.js* yang bersifat minimalis dan fleksibel [30]. *Express.js* menyediakan fitur yang dibutuhkan dalam pengembangan aplikasi web dan API, seperti *routing*, *middleware*, serta pengelolaan *request* dan *response*. Dalam penelitian ini, *Express.js* digunakan untuk membangun API yang menghubungkan antarmuka pengguna dengan proses pengelolaan data dan perhitungan CPL.

Prisma ORM merupakan *Object-Relational Mapping* yang menyediakan akses basis data secara *type-safe* untuk aplikasi berbasis *Node.js* dan *TypeScript* [31]. *Prisma ORM* mendukung pengelolaan basis data melalui *Prisma Client*, *Prisma Migrate*, dan *Prisma Studio*. Dalam penelitian ini, *Prisma ORM* digunakan untuk membantu pengelolaan data akademik, seperti data CPL, CPMK, mata kuliah, pemetaan CPL–CPMK, nilai mahasiswa, dan hasil perhitungan CPL.

7. Algoritma Perhitungan Ketercapaian CPL

Algoritma merupakan urutan langkah-langkah logis dan sistematis yang digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah. Dalam penelitian ini, algoritma digunakan untuk menghitung ketercapaian CPL berdasarkan nilai mahasiswa, bobot komponen penilaian, nilai CPMK, dan bobot relasi CPMK terhadap CPL.

Perhitungan CPL dalam sistem OBE memerlukan struktur data yang jelas karena nilai CPL tidak berasal dari satu komponen saja, tetapi berasal dari hubungan antara penilaian, CPMK, dan CPL. Proses perhitungan dimulai dari pengolahan nilai mahasiswa pada setiap komponen penilaian, seperti tugas, kuis, UTS, UAS, atau instrumen penilaian lain yang digunakan dalam mata kuliah. Nilai dari setiap komponen penilaian kemudian dihitung berdasarkan bobotnya untuk menghasilkan nilai CPMK. Setelah nilai CPMK diperoleh, nilai tersebut dipetakan ke CPL berdasarkan bobot relasi CPMK terhadap CPL [8], [21].

Secara umum, alur perhitungan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Nilai mahasiswa dimasukkan berdasarkan teknik penilaian.
- b. Nilai setiap teknik penilaian dihitung berdasarkan bobot masing-masing.
- c. Sistem menghasilkan nilai CPMK menggunakan rata-rata tertimbang.

- d. Nilai CPMK dipetakan ke CPL berdasarkan bobot relasi CPMK terhadap CPL.
- e. Sistem menghasilkan nilai ketercapaian CPL.
- f. Hasil CPL ditampilkan dalam bentuk tabel atau *dashboard monitoring*.

Perhitungan nilai CPMK dalam sistem dilakukan menggunakan pendekatan rata-rata tertimbang. Rumus perhitungan nilai CPMK dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Nilai CPMK} = \frac{\sum \text{Nilai Komponen} \times \text{Bobot Komponen}}{\sum \text{Bobot Komponen}}$$

Keterangan:

- Nilai Komponen = nilai mahasiswa pada komponen penilaian tertentu;
- Bobot Komponen = bobot setiap teknik penilaian;
- Σ = jumlah seluruh komponen yang dihitung.

Selanjutnya, perhitungan nilai CPL dilakukan dengan menggabungkan nilai CPMK berdasarkan bobot relasi antara CPMK dan CPL. Rumus perhitungan nilai CPL dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Nilai CPL} = \frac{\sum \text{Nilai CPMK} \times \text{Bobot Relasi}}{\sum \text{Bobot Relasi}}$$

Keterangan:

- Nilai CPMK = Nilai Capaian Pembelajaran Mata Kuliah;
- Bobot Relasi = bobot relasi CPMK ke CPL;
- Σ = jumlah seluruh komponen yang dihitung.

Rumus tersebut digunakan agar proses perhitungan ketercapaian CPL dapat dilakukan secara proporsional sesuai bobot masing-masing komponen. Dengan pendekatan ini, setiap CPMK yang berkontribusi terhadap CPL tidak dihitung secara sama rata, tetapi disesuaikan dengan bobot relasi yang telah ditentukan [8], [21], [32].

8. Metode Rata-Rata Tertimbang

Metode rata-rata tertimbang atau *weighted average* merupakan metode perhitungan rata-rata yang memperhatikan bobot dari setiap komponen. Dalam metode ini, setiap nilai tidak selalu memiliki pengaruh yang sama karena setiap nilai dihitung berdasarkan bobot kontribusinya.

Secara matematis, rumus dasar rata-rata tertimbang dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Rata\ Rata\ Tertimbang = \frac{\sum Nilai \times Bobot}{\sum Bobot}$$

Keterangan:

Nilai = Nilai dari masing-masing data atau komponen
 Bobot = Besaran bobot/persentase kontribusi dari data tersebut
 Σ = jumlah seluruh komponen yang dihitung.

Metode ini sesuai digunakan dalam perhitungan CPL karena komponen penilaian dan relasi CPMK terhadap CPL dapat memiliki bobot yang berbeda [8], [21], [32]. Dalam penelitian ini, metode rata-rata tertimbang digunakan sebagai dasar perhitungan nilai CPMK dan CPL. Pada perhitungan CPMK, bobot digunakan untuk menentukan kontribusi setiap komponen penilaian, seperti tugas, kuis, UTS, dan UAS. Pada perhitungan CPL, bobot digunakan untuk menentukan persentase kontribusi setiap CPMK terhadap CPL.

Dengan pendekatan rata-rata tertimbang, hasil perhitungan menjadi lebih proporsional karena setiap komponen dihitung sesuai tingkat kontribusinya. Hal ini sesuai dengan kebutuhan evaluasi OBE karena ketercapaian CPL perlu ditelusuri berdasarkan kontribusi mata kuliah, CPMK, dan komponen penilaian yang mendukungnya.

9. Visualisasi Data dan *Dashboard Monitoring*

Visualisasi data merupakan proses penyajian data ke dalam bentuk grafik, tabel, diagram, atau *dashboard* agar informasi lebih mudah dipahami oleh pengguna. *Dashboard monitoring* dapat membantu pengguna melihat informasi penting secara ringkas, terpusat, dan mudah dibaca.

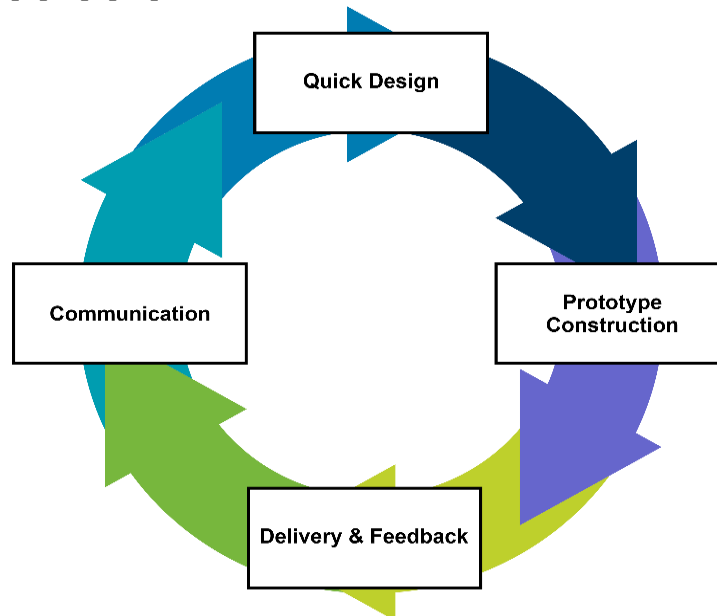
Dalam konteks OBE, *dashboard* dapat digunakan untuk menampilkan hasil ketercapaian CPL, kontribusi mata kuliah, dan capaian mahasiswa pada setiap CPL. Zakyrafi dan Saptadi mengusulkan perancangan *dashboard* portofolio penilaian CPL berbasis OBE untuk membantu visualisasi hasil penilaian CPL [20]. Rumbajan dkk. juga menjelaskan bahwa *dashboard monitoring* CPL dapat menampilkan informasi CPL, mata kuliah pendukung, bobot kontribusi, hubungan CPMK dan Sub-CPMK, serta grafik capaian dalam sistem OBE [21].

Dalam penelitian ini, *dashboard* digunakan untuk menampilkan hasil perhitungan CPL agar dosen dan program studi dapat melakukan *monitoring* dan evaluasi akademik secara lebih mudah. Hasil visualisasi dapat membantu program studi mengetahui CPL yang sudah tercapai dan CPL yang masih berada di bawah target.

10. Metode *Prototype*

Metode *prototype* merupakan metode pengembangan perangkat lunak yang dilakukan dengan membuat model awal sistem untuk dievaluasi oleh pengguna. Model awal tersebut digunakan agar pengguna dapat melihat

gambaran sistem sebelum sistem dikembangkan secara penuh. Metode *prototype* memungkinkan pengembang memperoleh umpan balik dari pengguna secara langsung sehingga kebutuhan sistem dapat diperbaiki secara bertahap [22], [23], [24].



Gambar 2 Metode Prototype (Pressman)

Menurut Pressman, tahapan metode *prototype* terdiri dari *communication*, *quick design*, *prototype construction*, serta *delivery and feedback* [22]. Tahap *communication* dilakukan untuk memahami kebutuhan sistem dari pengguna. Pada tahap ini, pengembang mengumpulkan informasi awal mengenai kebutuhan sistem yang akan dibuat.

Tahap *quick design* dilakukan sebagai perancangan awal sistem berdasarkan kebutuhan yang telah diperoleh. Perancangan awal ini belum bersifat final, tetapi digunakan sebagai dasar dalam membangun *prototype*. Selanjutnya, pada tahap *prototype construction*, sistem mulai dibangun dalam bentuk *prototype* yang dapat menggambarkan fungsi utama sistem.

Prototype yang telah dibuat kemudian masuk ke tahap *delivery and feedback*. Pada tahap ini, *prototype* ditunjukkan kepada pengguna untuk memperoleh masukan. Hasil evaluasi dan masukan dari pengguna digunakan sebagai dasar perbaikan sistem secara berulang hingga sistem sesuai dengan kebutuhan pengguna [22].

Metode *prototype* sesuai digunakan dalam pengembangan sistem informasi yang kebutuhannya masih dapat berubah selama proses pengembangan. Dalam penelitian ini, metode *prototype* digunakan karena sistem perhitungan CPL memerlukan validasi dari pengguna, terutama terkait alur pengelolaan data CPL, CPMK, pemetaan CPL–CPMK, *input* nilai, hasil perhitungan, dan tampilan *dashboard*.

11. Black Box Testing

Black Box Testing merupakan metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada fungsi sistem tanpa melihat struktur kode program di dalamnya. Dalam metode ini, penguji memberikan *input* tertentu ke dalam sistem dan memeriksa apakah *output* yang dihasilkan sudah sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan [22], [33].

Pengujian *Black Box* melihat sistem dari sudut pandang pengguna sehingga metode ini sesuai digunakan untuk menguji fungsi-fungsi utama pada aplikasi berbasis *web*. Dalam penelitian ini, *Black Box Testing* digunakan untuk menguji fungsionalitas sistem perhitungan CPL berbasis *web*. Fitur yang diuji meliputi *login* pengguna, pengelolaan data CPL, pengelolaan data CPMK, pemetaan CPL–CPMK, *input* nilai mahasiswa, proses perhitungan CPL, dan tampilan *dashboard monitoring*.

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa setiap fitur dapat menerima *input*, memproses data, dan menghasilkan *output* sesuai dengan skenario yang telah dirancang.

12. Pengujian Akurasi dan Validitas Perhitungan

Pengujian akurasi dilakukan untuk memastikan bahwa hasil perhitungan yang dihasilkan oleh sistem sesuai dengan prosedur perhitungan yang telah dirancang. Dalam penelitian ini, akurasi tidak hanya dilihat dari perbandingan dengan perhitungan manual, tetapi juga dari kesesuaian antara *output* sistem dengan nilai harapan atau *expected result* yang diperoleh berdasarkan rumus, bobot, data *input*, dan alur algoritma perhitungan.

Dalam konteks evaluasi CLO dan PLO, Zayani dkk. menjelaskan bahwa penilaian *learning outcome* secara manual dapat memakan waktu, rentan kesalahan, dan tidak selalu konsisten [8]. Oleh karena itu, sistem otomatis diperlukan untuk membantu meningkatkan efisiensi, akurasi, dan konsistensi dalam proses evaluasi *learning outcome*.

Validitas perhitungan berkaitan dengan kesesuaian proses perhitungan terhadap struktur kurikulum OBE. Perhitungan CPL dapat dikatakan valid apabila nilai yang dihasilkan berasal dari hubungan yang benar antara nilai mahasiswa, komponen penilaian, CPMK, bobot relasi CPMK terhadap CPL, dan hasil akhir CPL [21], [34].

Pengujian validitas dalam penelitian ini dilakukan untuk memastikan bahwa alur perhitungan sistem sesuai dengan pemetaan CPL–CPMK dan bobot yang telah ditentukan. Dengan demikian, hasil perhitungan tidak hanya benar secara matematis, tetapi juga sesuai dengan struktur evaluasi pembelajaran berbasis OBE.

BAB III METODOLOGI

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam kurun waktu satu semester, dimulai dari tahap studi literatur, analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, implementasi, pengujian, hingga penyusunan laporan akhir skripsi. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Mei 2026 sampai dengan Juli 2026.

Tempat pelaksanaan penelitian dilakukan di lingkungan Akademik Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap. Pemilihan tempat penelitian tersebut disesuaikan dengan kebutuhan penelitian yang berfokus pada implementasi algoritma perhitungan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) kurikulum *Outcome-Based Education* (OBE) berbasis web.

B. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, serta data pendukung yang digunakan dalam proses perancangan, implementasi, dan pengujian sistem.

Tabel 2 Alat dan Bahan beserta keterangannya

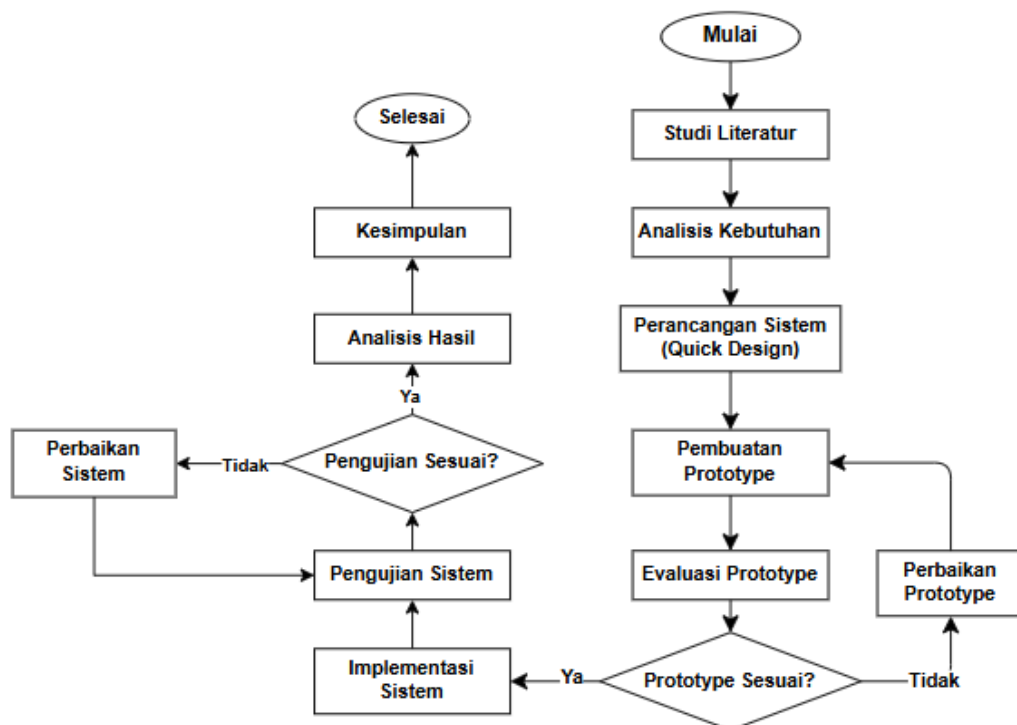
No	Alat/Bahan	Keterangan
(1)	(2)	(3)
1	Laptop/Komputer	Digunakan untuk proses perancangan, pengembangan, dan pengujian sistem.
2	Visual Studio Code	Digunakan sebagai editor kode program dalam pengembangan sistem.
3	<i>React.js</i>	Digunakan untuk membangun antarmuka pengguna pada sisi <i>frontend</i> .
4	<i>Node.js</i>	Digunakan sebagai lingkungan eksekusi <i>JavaScript</i> pada sisi <i>backend</i> .
5	<i>Express.js</i>	Digunakan sebagai <i>framework backend</i> untuk membangun API sistem.
6	<i>Prisma ORM</i>	Digunakan untuk mengelola relasi dan akses basis data.
7	<i>MySQL</i>	Digunakan sebagai sistem manajemen basis data.

8	<i>Web Browser</i>	Digunakan untuk menjalankan dan menguji aplikasi berbasis web.
9	Data CPL, CPMK, Mata Kuliah, dan Nilai Mahasiswa	Digunakan sebagai data uji dalam proses perhitungan ketercapaian CPL.
10	Dokumen Proposal dan Referensi Penelitian	Digunakan sebagai dasar teori, rancangan sistem, dan penyusunan skripsi.

C. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian menjelaskan tahapan yang dilakukan dalam penelitian mulai dari tahap awal sampai tahap akhir. Tahapan ini disusun agar proses penelitian lebih terarah, terutama dalam implementasi algoritma perhitungan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) kurikulum *Outcome-Based Education* (OBE) berbasis web.

Prosedur penelitian ini meliputi studi literatur, analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, pembangunan *prototype*, evaluasi *prototype*, implementasi algoritma perhitungan CPL, pengujian sistem, analisis hasil, dan penarikan kesimpulan.



Gambar 3 Diagram Alur Penelitian

1. Studi Literatur

Tahap awal penelitian dilakukan dengan mencari dan mempelajari berbagai referensi yang relevan dengan topik penelitian. Referensi yang digunakan meliputi jurnal ilmiah, buku, dokumentasi teknologi, regulasi pendidikan tinggi, serta penelitian terdahulu yang berkaitan dengan *Outcome-Based Education* (OBE), Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL), Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK), sistem informasi berbasis web, metode *prototype*, serta pengujian sistem.

Pada tahap ini, peneliti mempelajari hubungan antara CPL, CPMK, komponen penilaian, dan proses perhitungan ketercapaian CPL. Studi literatur juga digunakan untuk memahami konsep rata-rata tertimbang yang digunakan dalam perhitungan CPL, serta metode pengujian yang sesuai untuk mengevaluasi sistem, yaitu Black Box Testing serta pengujian akurasi dan validitas hasil perhitungan.

Hasil dari tahap studi literatur digunakan sebagai dasar dalam menyusun kebutuhan sistem, merancang alur perhitungan CPL, menentukan teknologi yang digunakan, serta menyusun skenario pengujian sistem.

2. Analisis Kebutuhan Sistem

Tahap analisis kebutuhan sistem dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna dan kebutuhan sistem yang dikembangkan. Analisis ini berfokus pada proses pengelolaan data CPL, CPMK, pemetaan CPL–CPMK, input nilai mahasiswa, perhitungan ketercapaian CPL, dan penyajian hasil perhitungan dalam bentuk tabel atau dashboard.

Berdasarkan permasalahan yang ditemukan, proses pengolahan nilai dan ketercapaian CPL berpotensi mengalami kendala apabila dilakukan secara manual. Kendala tersebut antara lain kesalahan perhitungan, inkonsistensi data, serta kesulitan dalam melihat hasil ketercapaian CPL secara menyeluruh. Oleh karena itu, sistem yang dikembangkan perlu mampu mengelola data secara terintegrasi dan melakukan perhitungan CPL secara otomatis.

Kebutuhan sistem dalam penelitian ini meliputi:

- a. sistem dapat mengelola data CPL;
- b. sistem dapat mengelola data CPMK;
- c. sistem dapat mengelola data mata kuliah;
- d. sistem dapat mengelola pemetaan relasi antara CPL dan CPMK;
- e. sistem dapat mengelola bobot komponen penilaian;
- f. sistem dapat menerima input nilai mahasiswa;
- g. sistem dapat menghitung nilai CPMK berdasarkan bobot penilaian;
- h. sistem dapat menghitung nilai CPL berdasarkan bobot relasi CPMK terhadap CPL;
- i. sistem dapat menampilkan hasil ketercapaian CPL dalam bentuk tabel atau dashboard;

- j. sistem dapat mendukung pengujian hasil perhitungan dengan mencocokkan output sistem terhadap nilai harapan atau expected result berdasarkan rumus, bobot, data input, dan alur algoritma yang telah ditentukan.

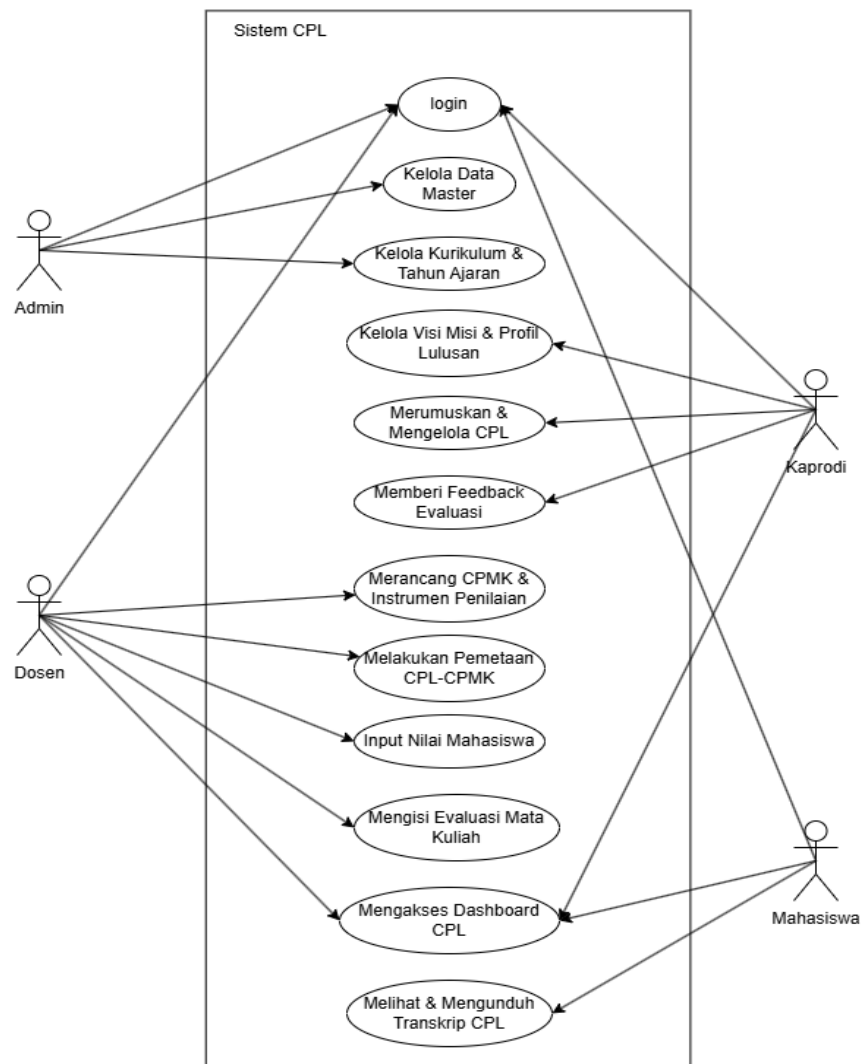
Hasil dari tahap analisis kebutuhan digunakan sebagai dasar dalam proses perancangan sistem dan implementasi prototype.

3. Perancangan Sistem

Tahap perancangan sistem dilakukan berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang telah diperoleh. Perancangan sistem bertujuan untuk menggambarkan struktur, alur kerja, dan hubungan antar komponen dalam sistem. Pada tahap ini digunakan beberapa diagram UML agar rancangan sistem lebih mudah dipahami dan dapat dijadikan acuan dalam proses implementasi.

Diagram yang digunakan dalam penelitian ini meliputi use case diagram, activity diagram, sequence diagram, dan class diagram.

a. Use Case Diagram

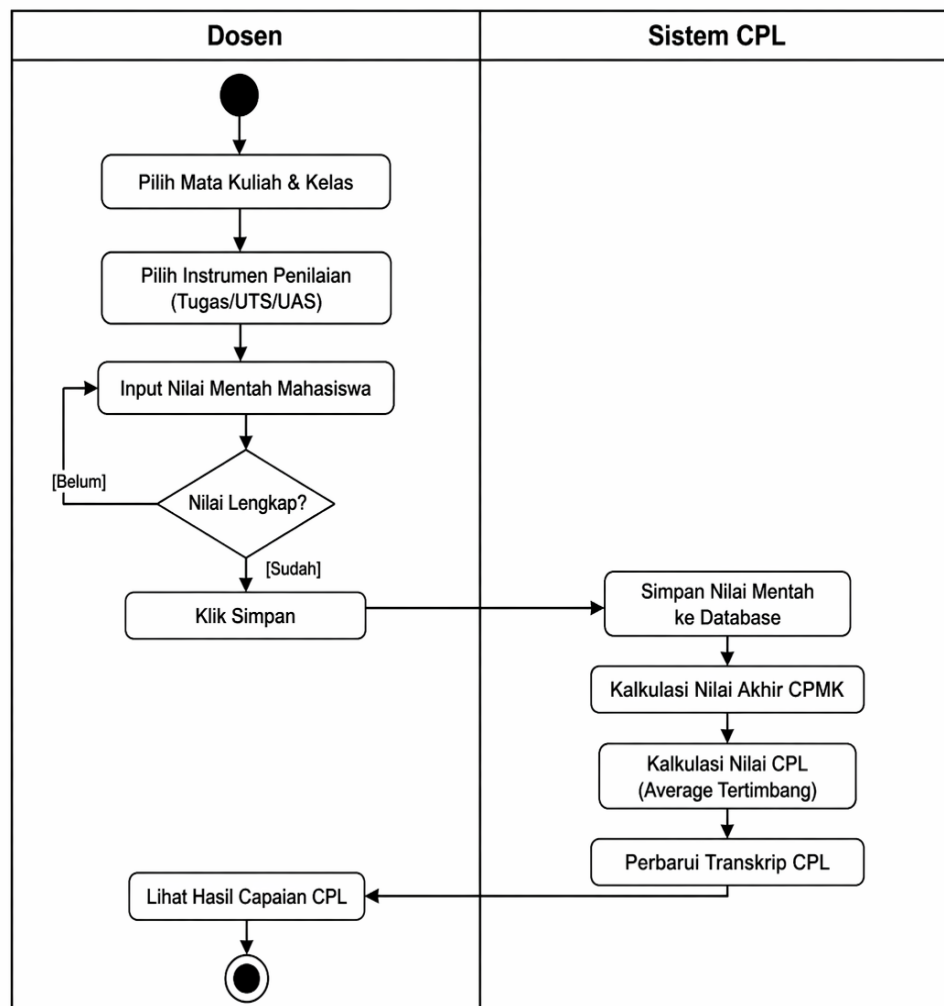


Gambar 4 Use Case Diagram

Use case diagram digunakan untuk menggambarkan interaksi antara aktor dalam sistem, yaitu admin, kaprodi, dosen, dan mahasiswa, dengan fungsi-fungsi yang tersedia pada Sistem Manajemen CPL. Diagram ini menunjukkan batasan sistem serta hak akses masing-masing aktor terhadap fitur yang disediakan.

Melalui diagram ini dapat dipahami bahwa setiap aktor memiliki peran yang berbeda sesuai dengan kebutuhan dalam implementasi OBE. Admin berperan dalam pengelolaan data master serta kurikulum. Kaprodi bertanggung jawab dalam pengelolaan CPL, pemetaan kurikulum, serta evaluasi capaian pembelajaran. Dosen berperan dalam proses akademik seperti pengelolaan CPMK, pemetaan CPL–CPMK, serta input nilai mahasiswa. Mahasiswa berperan sebagai pengguna akhir yang dapat melihat informasi ketercapaian CPL dan transkrip CPL.

b. *Activity Diagram*



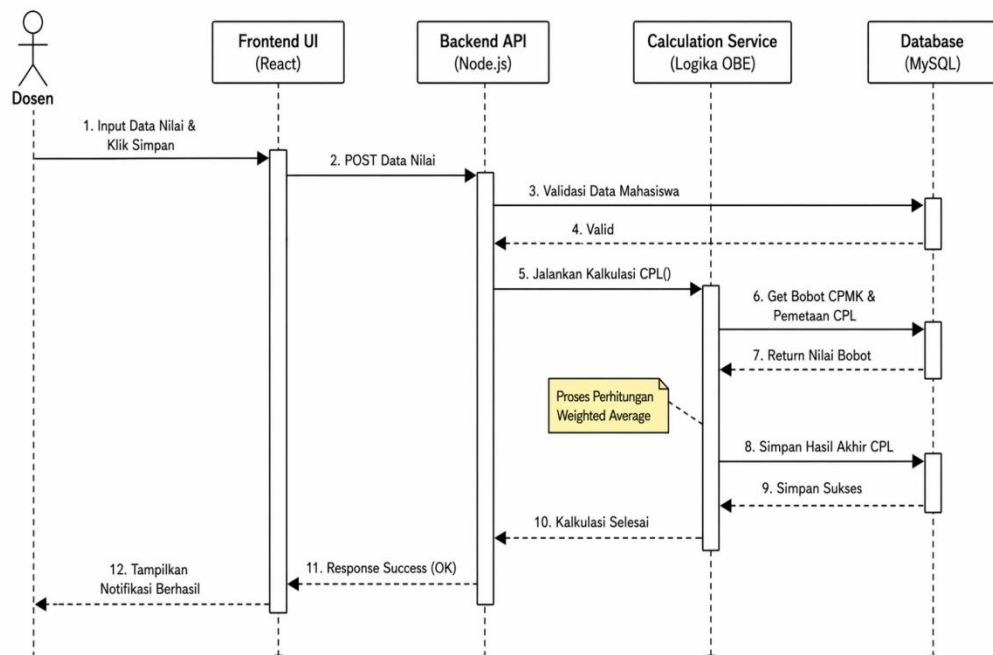
Gambar 5 *Activity diagram*

Activity diagram menggambarkan alur aktivitas dalam sistem, khususnya proses input nilai dan perhitungan CPL. Proses dimulai dari

dosen memilih mata kuliah dan kelas, kemudian menentukan instrumen/teknik penilaian serta memasukkan nilai mahasiswa. Selanjutnya, sistem melakukan validasi terhadap kelengkapan data sebelum nilai disimpan ke dalam basis data.

Setelah data tersimpan, sistem secara otomatis melakukan proses perhitungan nilai, dimulai dari kalkulasi nilai CPMK hingga agregasi nilai CPL menggunakan metode rata-rata tertimbang. Hasil perhitungan tersebut kemudian digunakan untuk memperbarui data ketercapaian CPL mahasiswa dalam sistem.

c. Sequence Diagram

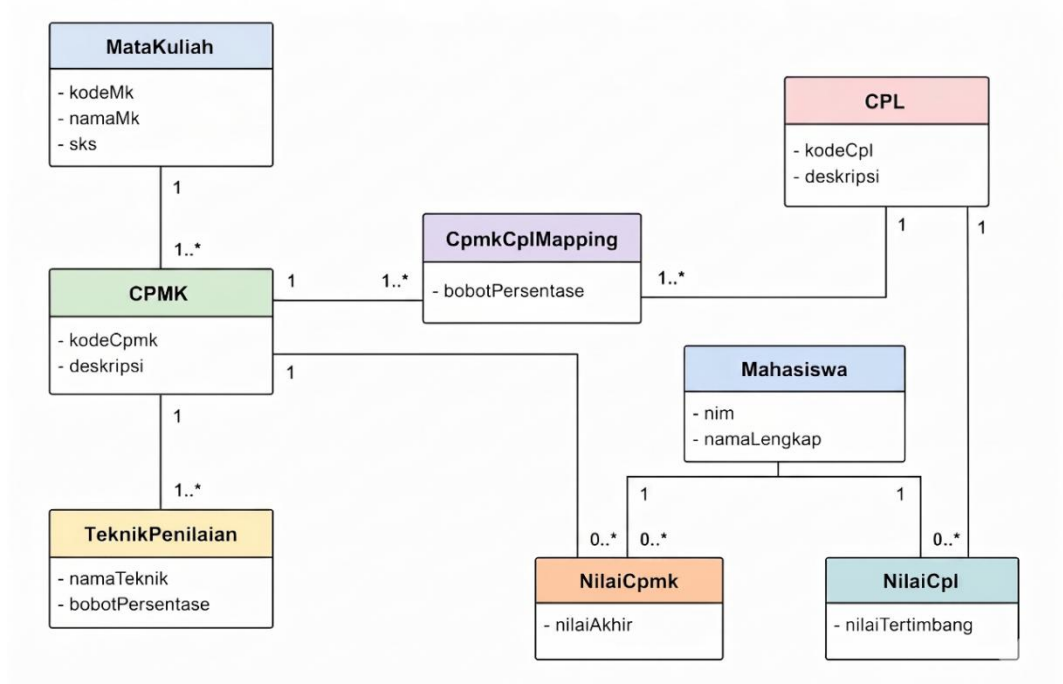


Gambar 6 Sequence diagram

Sequence diagram menggambarkan urutan interaksi antar komponen dalam sistem pada saat proses perhitungan ketercapaian CPL dilakukan. Interaksi dimulai dari dosen sebagai pengguna yang melakukan input nilai melalui antarmuka sistem. Data tersebut kemudian dikirim ke backend untuk diproses lebih lanjut.

Pada tahap selanjutnya, backend melakukan validasi data dan meneruskan proses perhitungan ke bagian layanan perhitungan. Proses ini melibatkan pengambilan data bobot serta relasi CPL–CPMK dari basis data, kemudian digunakan dalam perhitungan menggunakan metode rata-rata tertimbang. Hasil perhitungan disimpan kembali ke dalam basis data sebagai nilai CPL akhir dan ditampilkan kepada pengguna.

d. Class Diagram



Gambar 7 Class diagram

Class diagram digunakan untuk menggambarkan struktur basis data dan relasi antar entitas inti dalam sistem. Entitas utama yang digunakan meliputi mahasiswa, mata kuliah, CPL, CPMK, teknik penilaian, pemetaan CPMK–CPL, nilai CPMK, dan nilai CPL.

Diagram ini juga memperlihatkan keberadaan entitas perantara, yaitu pemetaan CPMK–CPL yang berfungsi menyimpan bobot relasi antara CPMK dan CPL. Selain itu, terdapat entitas nilai CPMK dan nilai CPL yang digunakan untuk menyimpan hasil kalkulasi capaian akademik mahasiswa.

4. Pembangunan Prototype Sistem

Pada tahap ini dilakukan pengembangan perangkat lunak dalam bentuk prototype yang dapat dioperasikan sebagai representasi awal dari sistem yang dikembangkan. Prototype diimplementasikan berdasarkan rancangan diagram yang telah dibuat pada tahap sebelumnya.

Sistem informasi berbasis web ini dikembangkan menggunakan arsitektur yang memisahkan antara frontend dan backend. Antarmuka pengguna dikembangkan menggunakan React.js agar tampilan sistem lebih dinamis dan responsif. Pada sisi backend, sistem dikembangkan menggunakan Node.js dan Express.js untuk menangani proses bisnis, pengelolaan API, serta komunikasi dengan basis data. Prisma ORM digunakan untuk membantu pengelolaan struktur dan relasi basis data secara lebih efisien.

Fitur utama yang dikembangkan dalam tahap ini meliputi:

- pengelolaan master data akademik, seperti CPL, CPMK, dan mata kuliah;
- pengelolaan relasi pemetaan CPL dan CPMK beserta bobotnya;

- c. input nilai mahasiswa berdasarkan teknik penilaian;
- d. implementasi logika perhitungan nilai CPMK dan CPL;
- e. penyajian hasil ketercapaian CPL dalam bentuk tabel atau dashboard.

Prototype yang dihasilkan pada tahap ini digunakan untuk menggambarkan alur sistem secara nyata dan menjadi dasar untuk memperoleh evaluasi dari pengguna.

5. Evaluasi Prototype

Prototype yang telah dibangun kemudian dievaluasi dengan melibatkan pengguna, seperti dosen dan pihak program studi. Evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian sistem dengan kebutuhan akademik, khususnya dalam pengelolaan dan evaluasi ketercapaian CPL.

Proses evaluasi dilakukan dengan menguji langsung fitur sistem, mulai dari input data hingga hasil perhitungan yang dihasilkan. Aspek yang diamati meliputi kesesuaian hasil perhitungan, kemudahan penggunaan, kejelasan tampilan antarmuka, serta kesesuaian alur sistem dengan proses akademik.

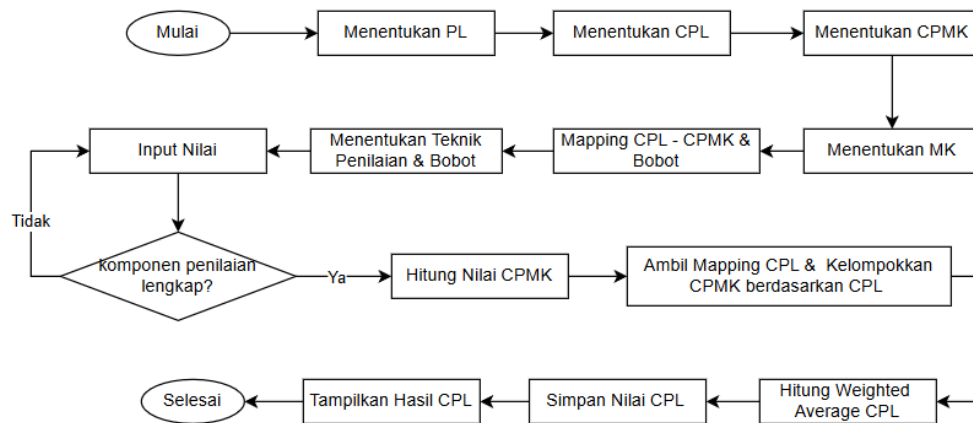
Apabila hasil evaluasi menunjukkan bahwa prototype belum memenuhi kebutuhan pengguna, maka dilakukan perbaikan prototype yang meliputi penyempurnaan rancangan sistem, antarmuka, struktur data, maupun alur proses. Prototype yang telah diperbaiki kemudian dievaluasi kembali hingga memenuhi kebutuhan pengguna. Setelah prototype dinyatakan sesuai, proses penelitian dilanjutkan ke tahap implementasi sistem.

6. Implementasi Algoritma Evaluasi CPL

Tahap implementasi algoritma evaluasi Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) merupakan inti dari penelitian ini. Pada tahap ini, algoritma diimplementasikan ke dalam sistem informasi berbasis web untuk mengotomatisasi proses evaluasi ketercapaian CPL berdasarkan struktur kurikulum *Outcome-Based Education* (OBE). Algoritma dirancang agar proses evaluasi dilakukan secara bertahap dan terstruktur, dimulai dari pengelolaan data akademik hingga menghasilkan nilai ketercapaian CPL yang dapat digunakan sebagai dasar monitoring dan evaluasi pembelajaran.

Implementasi algoritma dilakukan secara hierarkis. Sebelum proses evaluasi CPL dapat dilakukan, sistem harus memiliki data akademik yang saling berhubungan, yaitu Profil Lulusan (PL), Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL), Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK), pemetaan hubungan antara CPMK dan CPL, teknik penilaian, serta nilai mahasiswa. Seluruh data tersebut menjadi masukan bagi algoritma dalam menghasilkan nilai ketercapaian CPL.

Alur implementasi algoritma evaluasi CPL pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Flowchart Algoritma Evaluasi CPL

Berdasarkan Gambar 8, algoritma evaluasi CPL dilaksanakan melalui beberapa tahapan sebagai berikut.

a. Penentuan Profil Lulusan

Tahap pertama adalah penyusunan Profil Lulusan (PL). Profil lulusan merupakan kompetensi utama yang diharapkan dimiliki mahasiswa setelah menyelesaikan pendidikan pada program studi. Data Profil Lulusan digunakan sebagai dasar dalam penyusunan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL).

b. Penentuan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)

Setelah Profil Lulusan ditetapkan, dilakukan penyusunan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL). CPL merupakan kemampuan yang harus dicapai mahasiswa selama mengikuti proses pembelajaran. Data CPL menjadi target utama yang akan dievaluasi oleh sistem.

c. Penyusunan Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Tahap berikutnya adalah penyusunan CPMK pada setiap mata kuliah berdasarkan CPL yang dibebankan. CPMK menjadi kemampuan pada tingkat mata kuliah yang diukur melalui teknik dan instrumen penilaian. Apabila diperlukan, CPMK dapat dijabarkan lagi menjadi Sub-CPMK sebagai rincian kemampuan pada tahap pembelajaran.

d. Pemetaan Hubungan CPL dan CPMK

Setelah CPMK disusun, dilakukan pemetaan hubungan antara CPMK dan CPL beserta bobot kontribusinya. Pemetaan ini digunakan sebagai dasar dalam proses agregasi nilai CPMK menjadi nilai CPL. Setiap CPL dapat memiliki satu atau lebih CPMK yang berkontribusi sesuai bobot yang telah ditentukan.

e. Penyusunan Teknik Penilaian

Setiap CPMK kemudian dihubungkan dengan teknik penilaian yang digunakan dalam proses pembelajaran, seperti tugas, kuis, praktikum,

presentasi, UTS, maupun UAS. Setiap teknik penilaian memiliki bobot yang digunakan dalam proses pembentukan nilai CPMK.

f. Input Nilai Mahasiswa

Dosen memasukkan nilai mahasiswa berdasarkan teknik penilaian yang telah ditentukan. Setelah proses input nilai dilakukan, sistem melakukan validasi untuk memastikan seluruh komponen penilaian yang digunakan pada mata kuliah tersebut telah memiliki nilai. Apabila masih terdapat komponen penilaian yang belum diisi, sistem tidak melanjutkan proses perhitungan dan pengguna diarahkan kembali ke tahap input nilai. Sebaliknya, apabila seluruh komponen penilaian telah lengkap, sistem melanjutkan proses perhitungan nilai CPMK menggunakan metode *weighted average*.

g. Perhitungan Nilai CPMK

Nilai CPMK dihitung berdasarkan nilai mahasiswa pada setiap teknik penilaian menggunakan metode *weighted average*. Perhitungan dilakukan dengan mempertimbangkan bobot masing-masing komponen penilaian sehingga setiap komponen memberikan kontribusi sesuai proporsinya.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai CPMK adalah sebagai berikut.

$$CPMK = \frac{\sum (Nilai_i \times Bobot_i)}{\sum Bobot_i}$$

Keterangan:

$Nilai_i$ = nilai mahasiswa pada komponen penilaian ke-i.

$Bobot_i$ = bobot komponen penilaian ke-i.

h. Perhitungan Nilai CPL

Nilai CPMK yang telah diperoleh selanjutnya dipetakan ke CPL berdasarkan bobot relasi yang telah ditentukan. Sistem kemudian melakukan proses agregasi menggunakan metode *weighted average* sehingga diperoleh nilai ketercapaian setiap CPL.

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan nilai CPL adalah sebagai berikut.

$$CPL = \frac{\sum (CPMK_i \times Bobot_i)}{\sum Bobot_i}$$

Keterangan:

$CPMK_i$ = nilai CPMK ke-i.

$Bobot_i$ = bobot relasi CPMK terhadap CPL.

i. Penyajian Hasil Evaluasi CPL

Hasil perhitungan CPL selanjutnya disimpan ke dalam basis data dan ditampilkan pada sistem dalam bentuk tabel maupun dashboard

ketercapaian CPL. Informasi tersebut digunakan oleh dosen dan program studi sebagai bahan monitoring dan evaluasi ketercapaian pembelajaran berdasarkan kurikulum *Outcome-Based Education* (OBE).

7. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan dapat berjalan sesuai kebutuhan. Pengujian dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu pengujian fungsionalitas menggunakan Black Box Testing serta pengujian akurasi dan validitas hasil perhitungan.

Apabila pada tahap pengujian ditemukan fungsi sistem yang belum berjalan sesuai dengan hasil yang diharapkan, maka dilakukan perbaikan terhadap implementasi sistem. Setelah perbaikan selesai, sistem diuji kembali hingga seluruh pengujian menunjukkan hasil yang sesuai dengan kriteria keberhasilan yang telah ditetapkan. Selanjutnya, apabila seluruh pengujian telah memenuhi kriteria tersebut, penelitian dilanjutkan ke tahap analisis hasil.

a. Pengujian Fungsionalitas dengan Black Box Testing

Pengujian Black Box dilakukan untuk memastikan setiap fitur sistem berjalan sesuai fungsi yang telah dirancang. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan input tertentu dan mengamati output yang dihasilkan oleh sistem tanpa melihat struktur kode program di dalamnya [22].

Tabel 3 Pengujian Black Box Testing

No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan
1	Login pengguna	Pengguna memasukkan username dan password yang valid	Sistem berhasil masuk sesuai hak akses pengguna.
2	Login pengguna	Pengguna memasukkan username atau password yang salah	Sistem menolak login dan menampilkan pesan kesalahan.
3	Pengelolaan data CPL	Pengguna menambahkan data CPL baru	Data CPL tersimpan dan tampil pada sistem.
4	Pengelolaan data CPMK	Pengguna menambahkan data CPMK pada mata kuliah	Data CPMK tersimpan sesuai mata kuliah.
5	Pemetaan CPL–CPMK	Pengguna memasukkan relasi CPL dan CPMK beserta bobotnya	Data pemetaan tersimpan dengan benar.
6	Input nilai mahasiswa	Dosen memasukkan nilai mahasiswa berdasarkan komponen penilaian	Nilai mahasiswa tersimpan ke dalam sistem.
7	Validasi input nilai	Dosen mengosongkan nilai atau memasukkan nilai tidak sesuai format	Sistem menampilkan pesan validasi.

No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan
8	Perhitungan nilai CPMK	Sistem memproses nilai mahasiswa berdasarkan bobot penilaian	Sistem menghasilkan nilai CPMK sesuai rumus.
9	Perhitungan nilai CPL	Sistem memproses nilai CPMK berdasarkan bobot relasi CPMK terhadap CPL	Sistem menghasilkan nilai CPL sesuai rumus.
10	Dashboard CPL	Pengguna membuka dashboard hasil ketercapaian CPL	Sistem menampilkan hasil ketercapaian CPL dalam bentuk tabel atau grafik.

b. Pengujian Akurasi Perhitungan

Pengujian akurasi perhitungan dilakukan untuk memastikan bahwa hasil perhitungan yang dihasilkan oleh sistem telah sesuai dengan prosedur perhitungan yang dirancang. Pengujian ini dilakukan dengan mencocokkan output sistem dengan nilai harapan atau *expected result* yang diperoleh berdasarkan rumus, bobot, data input, dan alur algoritma yang telah ditentukan.

Tabel 4 Pengujian Akurasi Perhitungan CPL

No	Aspek yang Diuji	Data Uji	Prosedur Pengujian	Kriteria Keberhasilan
1	Akurasi perhitungan nilai CPMK	Nilai mahasiswa dan bobot komponen penilaian	Sistem menghitung nilai CPMK berdasarkan nilai mahasiswa dan bobot komponen penilaian. Hasil sistem dicocokkan dengan <i>expected result</i> dari rumus rata-rata tertimbang.	Nilai CPMK yang dihasilkan sistem sesuai dengan rumus dan bobot penilaian yang digunakan.
2	Akurasi perhitungan nilai CPL	Nilai CPMK dan bobot relasi CPMK terhadap CPL	Sistem menghitung nilai CPL berdasarkan nilai CPMK dan bobot relasi CPMK–CPL. Output sistem dicocokkan dengan <i>expected result</i>	Nilai CPL yang dihasilkan sistem sesuai dengan rumus, bobot relasi, dan alur perhitungan yang dirancang.

No	Aspek yang Diuji	Data Uji	Prosedur Pengujian	Kriteria Keberhasilan
			berdasarkan prosedur algoritma perhitungan CPL.	
3	Ketepatan penggunaan bobot penilaian	Bobot komponen penilaian pada setiap CPMK	Sistem diuji untuk memastikan bahwa bobot komponen penilaian yang tersimpan digunakan dalam proses perhitungan CPMK.	Sistem menggunakan bobot penilaian sesuai dengan data yang tersimpan.
4	Ketepatan penggunaan bobot relasi CPMK–CPL	Data relasi CPMK terhadap CPL dan bobot kontribusinya	Sistem diuji untuk memastikan bahwa nilai CPL dihitung berdasarkan bobot relasi CPMK–CPL yang telah ditentukan.	Sistem menggunakan bobot relasi CPMK–CPL sesuai dengan data pemetaan yang tersimpan.
5	Konsistensi hasil perhitungan	Data nilai dan bobot yang sama	Sistem menjalankan proses perhitungan lebih dari satu kali menggunakan data uji yang sama.	Sistem menghasilkan nilai CPMK dan CPL yang sama pada setiap proses pengujian dengan data input yang sama.
6	Kesesuaian hasil akhir dengan prosedur algoritma	Data nilai mahasiswa, bobot penilaian, CPMK, CPL, dan bobot relasi	Sistem diuji mulai dari input nilai mahasiswa, perhitungan CPMK, pemetaan CPMK ke CPL, hingga hasil akhir CPL.	Hasil akhir CPL sesuai dengan prosedur algoritma perhitungan yang telah ditetapkan.

c. Pengujian Validitas Perhitungan

Pengujian validitas perhitungan dilakukan untuk memastikan bahwa proses perhitungan CPL telah menggunakan data, relasi, bobot, dan alur yang sesuai dengan struktur kurikulum OBE. Validitas dalam penelitian ini tidak hanya dilihat dari benar atau tidaknya hasil akhir secara matematis, tetapi juga dari kesesuaian hubungan antara nilai mahasiswa, komponen

penilaian, CPMK, CPL, dan bobot pemetaan yang digunakan dalam proses perhitungan.

Tabel 5 Pengujian Validitas Perhitungan

No	Aspek Validitas	Parameter yang Diperiksa	Prosedur Pengujian	Hasil yang Diharapkan
1	Validitas data nilai mahasiswa	Nilai mahasiswa, mata kuliah, dan komponen penilaian	Memeriksa apakah nilai mahasiswa yang digunakan dalam perhitungan berasal dari mata kuliah dan komponen penilaian yang sesuai.	Nilai mahasiswa yang diproses sistem sesuai dengan mata kuliah, CPMK, dan komponen penilaian yang telah ditentukan.
2	Validitas struktur komponen penilaian	Komponen penilaian dan bobot penilaian	Memeriksa apakah setiap komponen penilaian memiliki bobot yang digunakan dalam perhitungan CPMK.	Setiap komponen penilaian yang digunakan dalam perhitungan memiliki bobot yang jelas dan sesuai dengan rancangan.
3	Validitas hubungan CPMK dengan komponen penilaian	Relasi CPMK dengan komponen penilaian	Memeriksa apakah nilai CPMK dihitung dari komponen penilaian yang memang mendukung CPMK tersebut.	Nilai CPMK berasal dari komponen penilaian yang sesuai dengan struktur pembelajaran mata kuliah.
4	Validitas pemetaan CPMK–CPL	Relasi CPMK terhadap CPL dan bobot kontribusi	Memeriksa apakah setiap CPMK yang digunakan dalam perhitungan CPL memiliki relasi dan bobot kontribusi terhadap CPL.	Sistem hanya menghitung CPL berdasarkan CPMK yang memiliki relasi dan bobot pemetaan yang valid.
5	Validitas alur perhitungan CPL	Alur nilai mahasiswa, komponen	Memeriksa apakah proses perhitungan berjalan sesuai urutan yang telah	Nilai CPL dapat ditelusuri dari nilai mahasiswa, komponen

No	Aspek Validitas	Parameter yang Diperiksa	Prosedur Pengujian	Hasil yang Diharapkan
		penilaian, CPMK, dan CPL	dirancang dalam algoritma.	penilaian, nilai CPMK, hingga bobot relasi CPMK–CPL.
6	Validitas hasil CPL terhadap struktur OBE	CPL, CPMK, bobot relasi, dan hasil akhir CPL	Memeriksa apakah hasil CPL yang ditampilkan sistem berasal dari struktur pemetaan pembelajaran berbasis OBE.	Hasil CPL yang ditampilkan sistem sesuai dengan struktur kurikulum OBE dan dapat digunakan sebagai bahan monitoring serta evaluasi akademik.

Melalui pengujian ini, sistem diharapkan tidak hanya berjalan secara fungsional, tetapi juga mampu menghasilkan perhitungan CPL yang akurat dan valid sesuai dengan struktur perhitungan yang telah dirancang.

8. Analisis Hasil

Tahap analisis hasil dilakukan setelah seluruh proses pengujian sistem selesai dilaksanakan dan menunjukkan hasil yang sesuai dengan kriteria keberhasilan yang telah ditetapkan. Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap hasil implementasi algoritma evaluasi Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL), hasil pengujian *Black Box*, hasil pengujian akurasi, serta hasil pengujian validitas.

Analisis bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang dikembangkan telah mampu mengimplementasikan algoritma perhitungan CPL sesuai dengan struktur kurikulum *Outcome-Based Education* (OBE), menghasilkan nilai ketercapaian CPL secara akurat berdasarkan *expected result*, serta memenuhi validitas proses perhitungan sesuai hubungan antara nilai mahasiswa, teknik penilaian, CPMK, bobot relasi CPMK terhadap CPL, hingga menghasilkan nilai akhir CPL.

Hasil analisis digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi ketercapaian tujuan penelitian serta menjadi landasan dalam penyusunan kesimpulan.

9. Penarikan Kesimpulan

Tahap terakhir dalam penelitian ini adalah penarikan kesimpulan berdasarkan hasil implementasi algoritma evaluasi Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL), hasil pengujian fungsionalitas menggunakan *Black Box Testing*, serta hasil pengujian akurasi dan validitas perhitungan.

Kesimpulan disusun untuk menjawab rumusan masalah penelitian. Kesimpulan pertama menjelaskan hasil implementasi algoritma perhitungan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) berbasis *Outcome-Based Education* (OBE) ke dalam sistem informasi berbasis web. Kesimpulan kedua menjelaskan hasil evaluasi akurasi dan validitas perhitungan sistem dalam menghasilkan informasi yang mendukung proses monitoring dan evaluasi akademik. Selain itu, pada tahap ini juga disusun saran sebagai rekomendasi untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

D. Analisis Data

Analisis data dilakukan terhadap data yang diperoleh dari hasil implementasi algoritma evaluasi Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) dan hasil pengujian sistem. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang dikembangkan telah mampu mengimplementasikan algoritma perhitungan CPL sesuai dengan tujuan penelitian, serta menghasilkan perhitungan yang akurat dan valid untuk mendukung proses monitoring dan evaluasi akademik.

Analisis data dilakukan berdasarkan tiga aspek pengujian, yaitu pengujian fungsionalitas, pengujian akurasi, dan pengujian validitas. Pada pengujian fungsionalitas, analisis dilakukan terhadap hasil *Black Box Testing* dengan membandingkan keluaran sistem terhadap skenario pengujian yang telah ditetapkan. Apabila keluaran sistem sesuai dengan hasil yang diharapkan, maka fungsi sistem dinyatakan berjalan dengan baik.

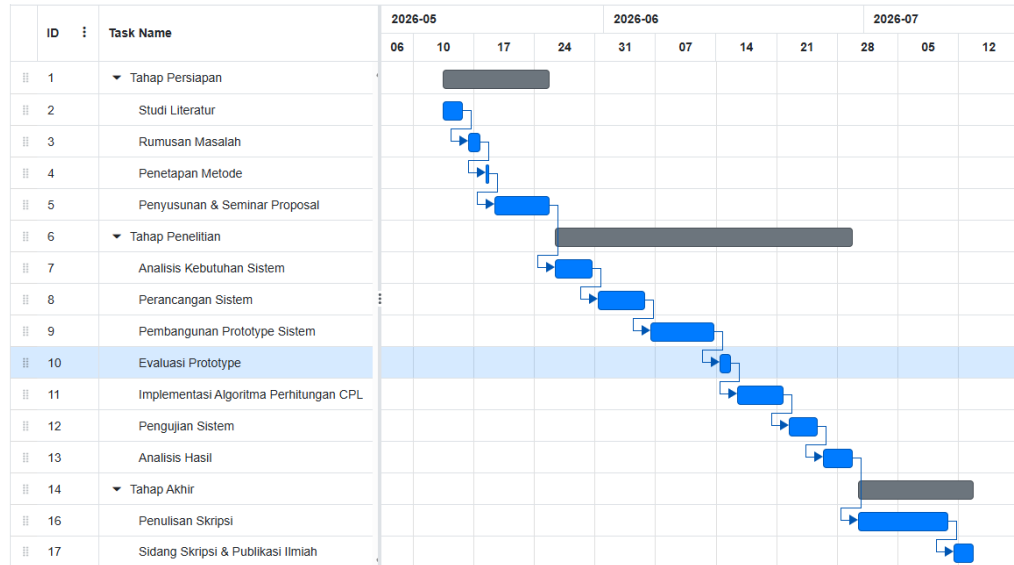
Pada pengujian akurasi, analisis dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan yang dihasilkan sistem dengan *expected result* yang diperoleh berdasarkan rumus, bobot, data input, dan alur algoritma perhitungan yang telah ditentukan. Hasil perhitungan dinyatakan akurat apabila nilai yang dihasilkan sistem sesuai dengan *expected result*.

Selanjutnya, pada pengujian validitas, analisis dilakukan untuk memastikan bahwa proses perhitungan telah mengikuti struktur kurikulum *Outcome-Based Education* (OBE). Validitas dinilai berdasarkan kesesuaian hubungan antara nilai mahasiswa, komponen penilaian, Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK), bobot relasi CPMK terhadap Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL), hingga menghasilkan nilai akhir CPL. Hasil perhitungan dinyatakan valid apabila seluruh proses perhitungan mengikuti struktur pemetaan dan aturan yang telah ditetapkan.

Hasil analisis data digunakan sebagai dasar dalam penyusunan pembahasan dan penarikan kesimpulan penelitian untuk menjawab rumusan masalah mengenai implementasi algoritma perhitungan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) berbasis *Outcome-Based Education* (OBE), serta evaluasi akurasi dan validitas hasil perhitungan yang dihasilkan oleh sistem.

E. Jadwal Penelitian

jadwal penelitian dibuat dalam bentuk *Gantt Chart*. *Gantt Chart* jadwal penelitian dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 9 *GanttChart* Jadwal Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem informasi berbasis web yang mengimplementasikan proses evaluasi Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) berdasarkan pendekatan *Outcome-Based Education* (OBE). Sistem dikembangkan untuk membantu program studi dalam mengelola data akademik serta mengotomatisasi proses evaluasi ketercapaian CPL mulai dari pengelolaan data kurikulum, pengolahan nilai mahasiswa, hingga penyajian hasil evaluasi dalam bentuk informasi yang dapat digunakan sebagai dasar *monitoring* dan evaluasi pembelajaran.

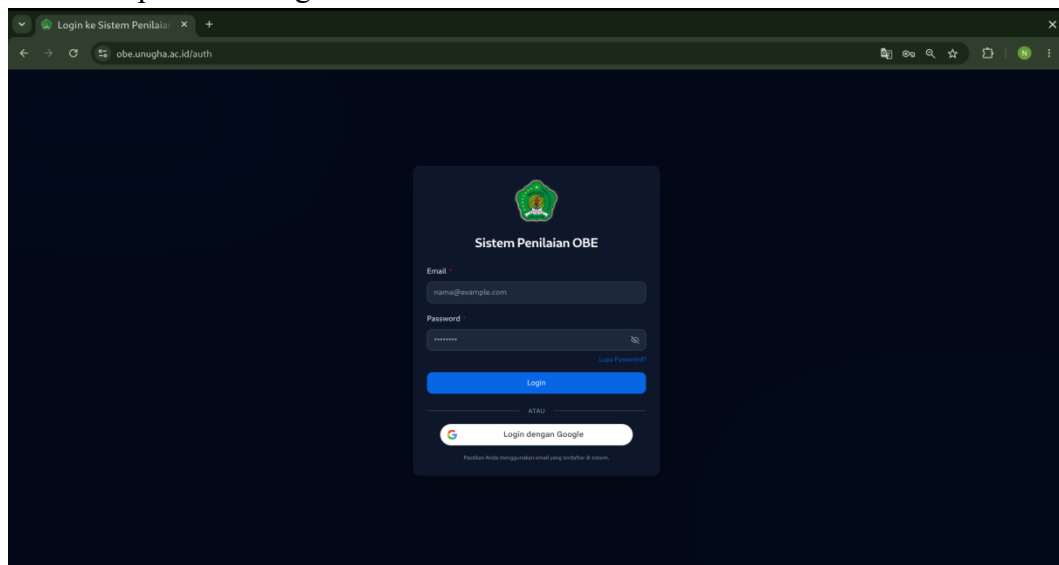
Sistem mengintegrasikan beberapa modul utama, yaitu pengelolaan Profil Lulusan (PL), Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL), mata kuliah, Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK), pemetaan hubungan CPL–CPMK, teknik penilaian, pengolahan nilai mahasiswa, serta penyajian hasil evaluasi CPL. Integrasi antar modul tersebut memungkinkan proses evaluasi dilakukan secara sistematis sehingga hasil ketercapaian CPL dapat diperoleh secara otomatis sesuai dengan data akademik yang telah dikelola.

1. Alamat Domain Sistem

Sistem informasi evaluasi Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) dikembangkan sebagai aplikasi berbasis web sehingga dapat diakses melalui peramban (web browser) tanpa memerlukan instalasi aplikasi tambahan pada perangkat pengguna. Implementasi berbasis web memudahkan pengguna dalam mengakses sistem sesuai dengan hak akses yang dimiliki, baik sebagai administrator, dosen, Ketua Program Studi, maupun mahasiswa.

Sistem hasil penelitian ini telah diimplementasikan pada domain:

<https://obe.unugha.ac.id/>



Gambar 10 Halaman Domain Sistem

Halaman awal sistem ditunjukkan pada Gambar 10. Melalui domain tersebut pengguna dapat mengakses sistem untuk melakukan *autentikasi* sebelum menggunakan seluruh fitur yang tersedia. Setelah proses *autentikasi* berhasil, sistem akan menampilkan halaman sesuai dengan hak akses masing-masing pengguna.

2. Fitur Utama Sistem

Sistem yang dikembangkan menyediakan beberapa fitur utama yang mendukung proses pengelolaan data akademik dan evaluasi ketercapaian Capaian Pembelajaran Lulusan. Seluruh fitur saling terintegrasi sehingga data yang dikelola pada setiap modul dapat digunakan pada proses evaluasi CPL.

Fitur utama yang tersedia pada sistem meliputi:

- a. Pengelolaan Profil Lulusan.
- b. Pengelolaan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL).
- c. Pengelolaan Mata Kuliah.
- d. Pengelolaan Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK).
- e. Pemetaan hubungan CPL dan CPMK.
- f. Pengelolaan teknik penilaian.
- g. Pengelolaan nilai mahasiswa.
- h. Evaluasi ketercapaian CPL.
- i. Penyajian hasil evaluasi CPL.

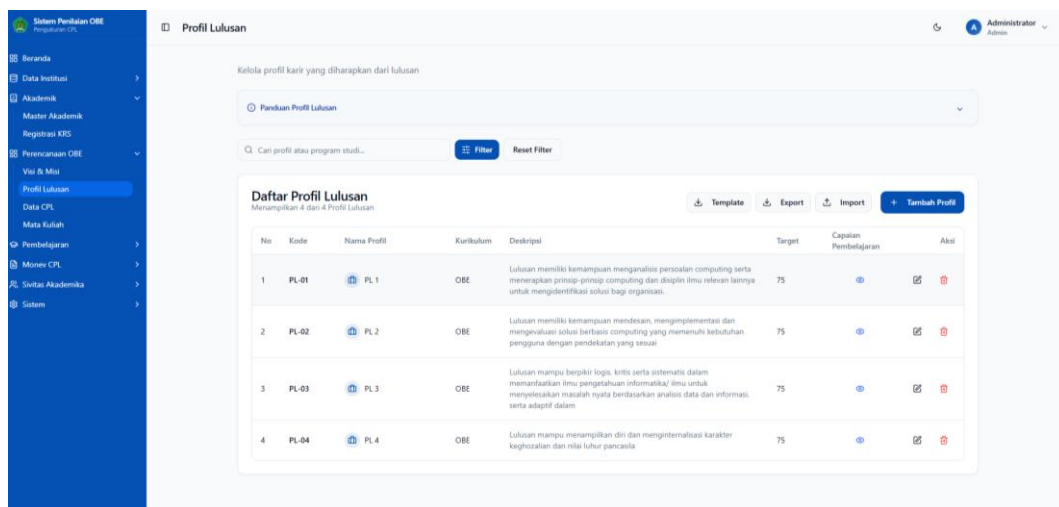
Fitur-fitur tersebut membentuk satu kesatuan proses yang memungkinkan evaluasi ketercapaian CPL dilakukan secara terstruktur mulai dari penyusunan data kurikulum hingga menghasilkan informasi ketercapaian CPL yang dapat digunakan sebagai dasar evaluasi pembelajaran.

3. Implementasi Fitur Evaluasi CPL

Implementasi sistem dilakukan melalui beberapa fitur yang mendukung proses evaluasi ketercapaian Capaian Pembelajaran Lulusan. Setiap fitur memiliki fungsi yang berbeda sesuai dengan kebutuhan pengelolaan data akademik, namun seluruhnya saling terhubung sehingga membentuk proses evaluasi CPL secara utuh.

a. Implementasi Fitur Profil Lulusan

Fitur Profil Lulusan digunakan untuk mengelola data profil lulusan yang menjadi acuan dalam penyusunan Capaian Pembelajaran Lulusan pada sistem.

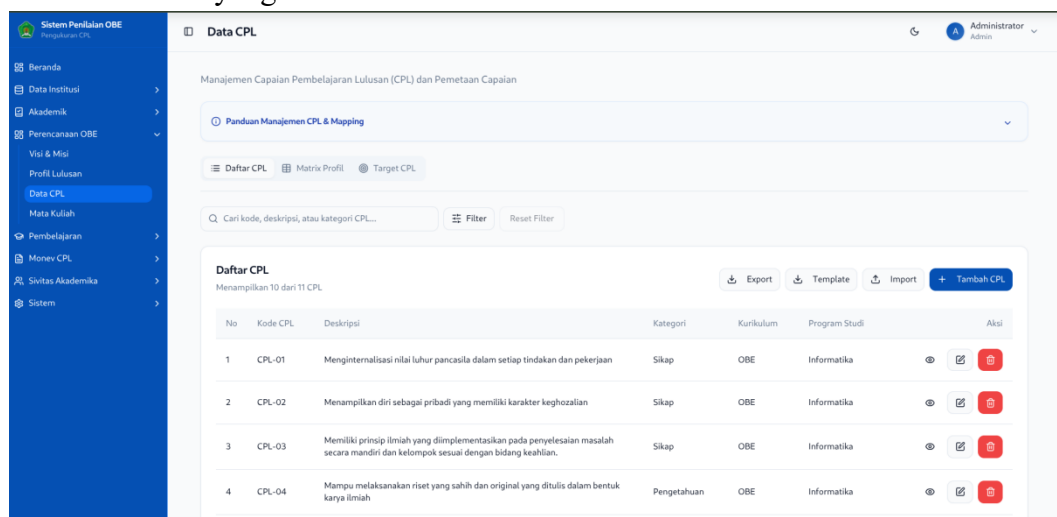


Gambar 11 Halaman Profil Lulusan

Melalui fitur ini pengguna dapat menambahkan, mengubah, dan menghapus data Profil Lulusan. Data yang tersimpan selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam penyusunan CPL sehingga hubungan antara profil lulusan dan capaian pembelajaran dapat dikelola secara terstruktur.

b. Implementasi Fitur Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)

Fitur Capaian Pembelajaran Lulusan digunakan untuk mengelola data CPL yang akan dievaluasi oleh sistem.



Gambar 12 Halaman Data CPL

Pengguna dapat melakukan pengelolaan data CPL yang meliputi penambahan, perubahan, maupun penghapusan data. Informasi yang disimpan terdiri atas kode CPL, nama CPL, dan deskripsi CPL yang selanjutnya digunakan dalam proses pemetaan dengan CPMK.

c. Implementasi Fitur Mata Kuliah

Fitur mata kuliah digunakan untuk mengelola data mata kuliah yang menjadi bagian dari struktur kurikulum.

No	Kode MK	Nama MK	SKS	Semester	Kurikulum	Aksi
1	211MKT01	Algoritma Pemrograman I	3	Semester 1	OBE	
2	211MKT03	Praktek Program Niaga	4	Semester 1	OBE	
3	211MKT04	Kalkulus Dasar	3	Semester 1	OBE	
4	211MKT08	Struktur Data	4	Semester 3	OBE	
5	211MKT09	Bahasa Inggris II	2	Semester 3	OBE	
6	211MKT10	Etika Al Ghazali	2	Semester 3	OBE	
7	211MKT12	KON	4	Semester 7	OBE	
8	211MKT13	PKL (Praktek Kerja Lapangan)	4	Semester 7	OBE	

Gambar 13 Halaman Mata Kuliah

Data yang dikelola meliputi kode mata kuliah, nama mata kuliah, jumlah SKS, dan semester. Informasi tersebut digunakan sebagai dasar dalam penyusunan CPMK dan proses penilaian mahasiswa.

d. Implementasi Fitur Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Fitur CPMK digunakan untuk mengelola capaian pembelajaran pada setiap mata kuliah.

No	Kode CPMK	Level	Deskripsi	Mata Kuliah	Mapping CPL	Teknik Penilaian	Aksi
1	CPMK-1	-	Memahami hakikat Pendidikan Kewarganegaraan dalam mengembangkan kemampuan utuh sarjana atau profesional dan urgensi untuk masa depan bangsa	211UNT01 Pancasila	1	1	
2	CPMK-2	-	Menguasai substansi pendidikan kewarganegaraan untuk memiliki kepribadian Indonesia, membangun rasa kebangsaan dan mencintai tanah air, sehingga menjadi warga negara yang baik dan terdidik (smart and good citizen) dalam kehidupan masyarakat, bangsa dan negara yang demokratis	211UNT01 Pancasila	1	1	
3	CPMK-3	-	Memahami korelasi pendidikan kewarganegaraan dengan nilai-nilai kehidupan sehingga menjadi warga negara yang berkepribadian Indonesia memiliki daya saing, berdisiplin dan mampu mengimplementasikan nilai-nilai anti korupsi serta prinsip-prinsip anti korupsi, berpartisipasi aktif dalam membangun kehidupan yang damai berdasarkan sistem nilai Pancasila	211UNT01 Pancasila	1	1	
4	CPMK-4	-	Menguasai aplikasi konsep kewarganegaraan, untuk menjadikan warga negara yang baik yang mampu mendukung bangsa dan negara, warga negara yang demokratis yaitu warga negara yang cerdas, berkeadaban dan bertanggung jawab bagi kelangsungan hidup negara Indonesia dalam mengamalkan kemampuan ilmu pengetahuan, teknologi dan seni yang dimilikinya	211UNT01 Pancasila	1	1	
-	CPMK-	-	Memahami kontribusi kewarganegaraan dalam membentuk tata sikap dan tata nilai: menghargai ke-bhineka-an, mampu bekerjasama, memiliki sifat amanah.	211UNT01			

Gambar 14 Halaman CPMK

Melalui fitur ini pengguna dapat menyusun CPMK sesuai dengan mata kuliah yang diampu. Setiap CPMK selanjutnya dihubungkan dengan CPL melalui proses pemetaan sehingga dapat berkontribusi pada proses evaluasi ketercapaian CPL.

e. Implementasi Fitur Pemetaan CPL–CPMK

Fitur pemetaan digunakan untuk menghubungkan setiap CPMK dengan CPL beserta bobot kontribusinya.

CPMK	CPL-01	CPL-02	CPL-03	CPL-04	CPL-05	CPL-06	CPL-07	CPL-08	CPL-09	Total
CPMK-156 Memahami dasar-dasar testing, desain test case, perencanaan testing	+	+	+	+	+	+	100 %	+	+	100%
CPMK-157 Merancang perencanaan testing berdasarkan strategi dan metode testing	+	+	+	+	+	+	100 %	+	+	100%
CPMK-158 Melakukan pengujian berdasarkan dimensi kualitas pengujian	+	+	+	+	+	+	100 %	+	+	100%
CPMK-159 Melakukan testing dan implementasi sistem pada studi kasus masing-masing	+	+	+	+	+	+	100 %	+	+	100%

Gambar 15 Halaman Pemetaan CPL–CPMK

Melalui fitur ini pengguna menentukan hubungan antara CPMK dan CPL sesuai dengan struktur kurikulum yang diterapkan. Hasil pemetaan digunakan sebagai dasar dalam proses pengelompokan CPMK pada saat evaluasi ketercapaian CPL.

f. Implementasi Fitur Teknik Penilaian

Fitur teknik penilaian digunakan untuk mengelola komponen penilaian yang digunakan pada setiap CPMK.

Kode CPL	Deskripsi	Bobot (%)	Aksi
CPL-05	Menguasai pengetahuan dasar keilmuan informatika yang terdiri atas matematika, logika, fisika, dan elektronika.	100.00%	[Edit] [Hapus]

Nama Teknik	Deskripsi	Bobot (%)	Aksi
tugas individu	-	33.30%	[Edit] [Hapus]
Kehadiran	-	33.30%	[Edit] [Hapus]
Diskusi	-	33.40%	[Edit] [Hapus]

Gambar 16 Halaman Teknik Penilaian

Pengguna dapat menentukan jenis komponen penilaian, seperti tugas, kuis, praktikum, presentasi, UTS, dan UAS beserta bobot masing-masing. Data tersebut menjadi dasar dalam proses pembentukan nilai CPMK.

g. Implementasi Fitur Input Nilai Mahasiswa

Fitur input nilai digunakan oleh dosen untuk memasukkan nilai mahasiswa berdasarkan teknik penilaian yang telah ditentukan.

Filter Data
Pilih Mata Kuliah dan Periode Akademik

Semester: Semester 1 Mata Kuliah: 21IMKT01 - Algoritma Pemrograman I Kelas: A

Form Input Nilai
Masukkan nilai untuk setiap mahasiswa per teknik penilaian
Terakhir disimpan: 5/7/2026, 11:26:34

Download Template Import Excel Simpan Nilai

Cari mahasiswa (Nama / NIM)...

Total: 29 Mahasiswa

Mahasiswa	CPMK-225		CPMK-63	CPMK-64	CPMK-65	Nilai Akhir
	Kehadiran (50%)	tugas individu (50%)	UTS (100%)	UAS (100%)	Diskusi (100%)	
HELLEN TIFFANI 22E010001	60,35	60,35	60,35	60,35	60,35	60,35
NUR HIDAYAT 22E010002	64,2	64,2	64,2	64,2	64,2	64,20
USWATUN HASANAH 22E010003	73	73	73	73	73	73,00
Desty Bela Putri Oktaviani 22E010004	84,6	84,6	84,6	84,6	84,6	84,60

Gambar 17 Halaman Input Nilai Mahasiswa

Setelah seluruh nilai dimasukkan, sistem melakukan validasi terhadap kelengkapan komponen penilaian. Apabila seluruh komponen penilaian telah lengkap, proses evaluasi dilanjutkan ke tahap perhitungan nilai CPMK. Sebaliknya, apabila masih terdapat komponen penilaian yang belum diisi, pengguna diminta melengkapi data nilai sebelum proses evaluasi dapat dilakukan.

h. Implementasi Fitur Evaluasi CPL

Fitur evaluasi CPL digunakan untuk menjalankan proses evaluasi ketercapaian Capaian Pembelajaran Lulusan secara otomatis berdasarkan data akademik yang telah dikelola sebelumnya.

Hasil Evaluasi CPL
Perbandingan capaian aktual mahasiswa dengan target yang ditetapkan

Kode	Deskripsi	Target	Aktual	% Mhs Lulus	Status	Aksi
> CPL-01	Menginternalisasi nilai luhur pancasila dalam setiap tindakan dan pekerjaan	75	77.01	82.76%	Tercapai	
> CPL-02	Menampilkan diri sebagai pribadi yang memiliki karakter keghozailan	75	86.75	100%	Tercapai	
> CPL-03	Memiliki prinsip ilmiah yang diimplementasikan pada penyelesaian masalah ...	75	79.06	84.62%	Tercapai	
> CPL-04	Mampu melaksanakan riset yang sah dan original yang ditulis dalam bentuk...	75	79.06	84.62%	Tercapai	
> CPL-05	Menguasai pengetahuan dasar keilmuan informatika yang terdiri atas matem...	75	75.49	68.97%	Tercapai	
> CPL-06	Menguasai konsep teori keilmuan informatika yang terdiri atas algoritma, ko...	75	73.13	55.51%	Tidak Tercapai	Tindak Lanjut
> CPL-07	Menguasai konsep terapan keilmuan informatika yang terdiri atas metode pe...	75	75.02	65.38%	Tercapai	
> CPL-08	Mampu mengaplikasikan pengetahuan dasar, teori dan terapan untuk memp...	75	73.42	65.38%	Tidak Tercapai	Tindak Lanjut
> CPL-09	Mampu berkomunikasi dengan baik, secara lisan dan tulisan menggunakan b...	75	77.46	68.97%	Tercapai	
> CPL-10	Mampu bertanggung jawab, berpikir kritis, mengevaluasi diri dan memanfaatkan...	75	80.92	78.26%	Tercapai	
> CPL-11	Memiliki kemampuan dalam membaca Al Qur'an berdasarkan ilmu Qira'at da...	75	74.8	68.97%	Tidak Tercapai	Tindak Lanjut

Gambar 18 Halaman Evaluasi CPL

Pada tahap ini sistem membentuk nilai CPMK dari hasil penilaian mahasiswa, kemudian mengelompokkan nilai CPMK berdasarkan hubungan dengan CPL sesuai hasil pemetaan. Selanjutnya sistem menghitung nilai ketercapaian setiap CPL menggunakan metode *weighted*

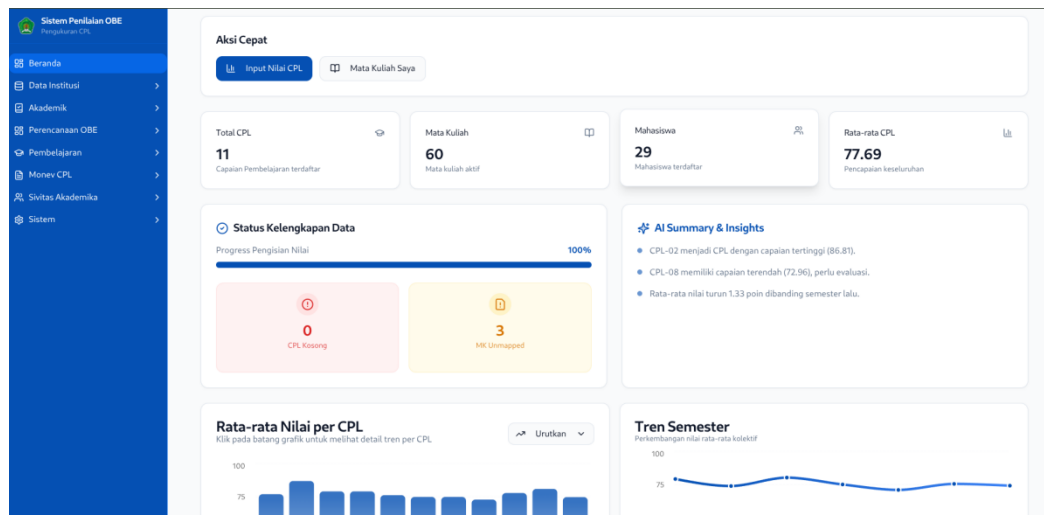
average dan menyimpan hasilnya ke dalam basis data untuk ditampilkan kepada pengguna.

4. Output Sistem

Output sistem merupakan hasil akhir dari proses pengolahan data akademik yang dilakukan oleh sistem dalam mengevaluasi ketercapaian Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL). Hasil evaluasi disajikan dalam beberapa bentuk informasi, yaitu *dashboard* ketercapaian CPL, visualisasi grafik, transkrip CPL mahasiswa, serta rekapitulasi evaluasi kurikulum pada tingkat program studi. Penyajian informasi tersebut bertujuan untuk mendukung proses *monitoring* dan evaluasi ketercapaian pembelajaran sebagai bagian dari implementasi *Outcome-Based Education* (OBE).

a. Dashboard Ketercapaian CPL

Dashboard ketercapaian CPL merupakan halaman utama yang menyajikan ringkasan informasi hasil evaluasi secara keseluruhan. Halaman ini memberikan gambaran umum mengenai kondisi ketercapaian CPL sehingga pengguna dapat memperoleh informasi awal mengenai hasil evaluasi tanpa harus menelusuri data secara rinci.



Gambar 19 Dashboard Ketercapaian CPL

Informasi yang ditampilkan pada *dashboard* meliputi jumlah CPL yang digunakan pada program studi, jumlah mata kuliah yang berkontribusi terhadap evaluasi, jumlah mahasiswa yang dievaluasi, serta nilai rata-rata ketercapaian CPL. Ringkasan informasi tersebut membantu dosen maupun Ketua Program Studi dalam melakukan *monitoring* terhadap pelaksanaan pembelajaran pada semester berjalan.

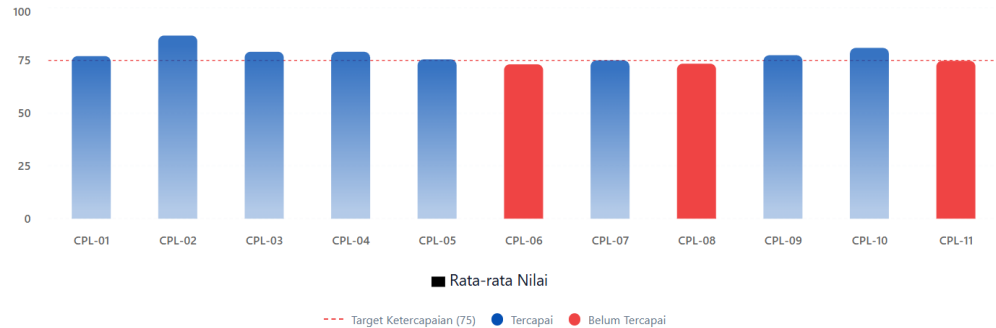
b. Visualisasi Grafik Ketercapaian CPL

Selain dalam bentuk tabel, sistem juga menyajikan hasil evaluasi dalam bentuk visualisasi grafik untuk mempermudah proses analisis terhadap ketercapaian CPL. Visualisasi tersebut membantu pengguna dalam

memahami hasil evaluasi secara lebih mudah sehingga tingkat ketercapaian setiap CPL dapat diamati secara cepat.

Rata-rata Nilai per CPL

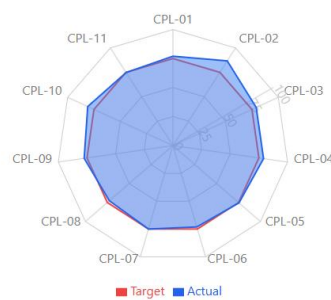
Pencapaian rata-rata setiap CPL



Gambar 20 Grafik *Bar Chart* Ketercapaian CPL

Peta Capaian CPL (Radar Chart)

Visualisasi perbandingan Target vs Capaian Aktual

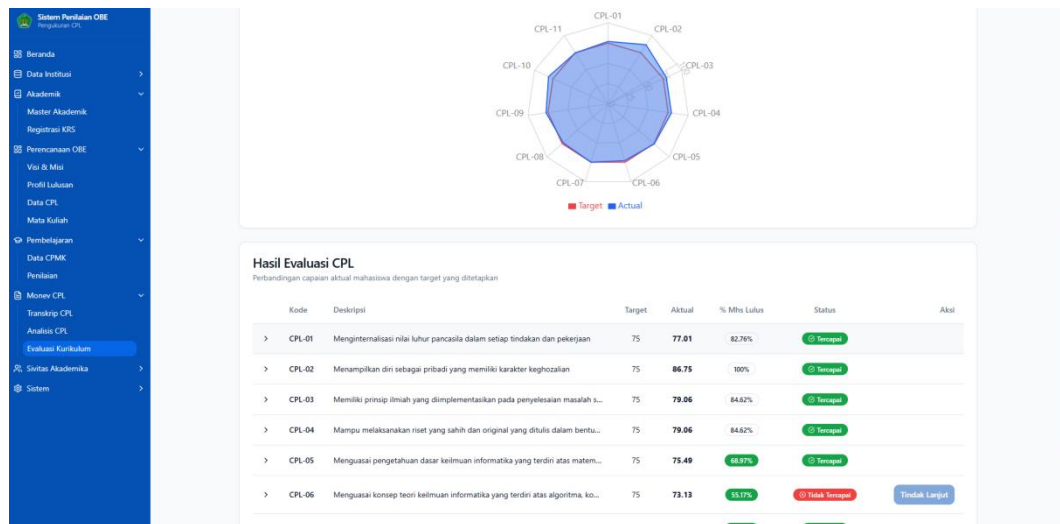


Gambar 21 Grafik Radar *Chart* Ketercapaian CPL

Sistem menyediakan dua jenis visualisasi grafik, yaitu grafik batang (*bar chart*) dan grafik radar (*radar chart*). Kedua grafik tersebut menyajikan perbandingan antara nilai ketercapaian CPL dengan nilai target yang telah ditetapkan oleh Program Studi. Melalui visualisasi tersebut, dosen, Ketua Program Studi, maupun mahasiswa dapat dengan mudah mengidentifikasi CPL yang telah mencapai target maupun yang masih memerlukan tindak lanjut.

c. Transkrip CPL (Hasil Evaluasi Tingkat Individu)

Transkrip CPL merupakan fitur yang menyajikan hasil evaluasi ketercapaian CPL pada tingkat individu mahasiswa. Fitur ini digunakan untuk menampilkan capaian pembelajaran setiap mahasiswa berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan oleh sistem.



Gambar 23 Halaman Evaluasi Kurikulum

Melalui fitur ini pengguna dapat melakukan penyaringan data berdasarkan angkatan, fakultas, program studi, maupun tahun akademik sehingga hasil evaluasi dapat dianalisis sesuai dengan kebutuhan. Sistem membandingkan target ketercapaian CPL yang telah ditetapkan oleh Program Studi dengan capaian aktual yang diperoleh berdasarkan hasil evaluasi mahasiswa.

Apabila capaian aktual suatu CPL belum memenuhi target yang ditentukan, sistem memberikan informasi bahwa CPL tersebut belum tercapai. Selanjutnya sistem menyediakan fitur tindak lanjut (*closing the loop*) yang digunakan untuk mendokumentasikan rencana perbaikan pembelajaran. Informasi yang dicatat meliputi identifikasi permasalahan, rencana perbaikan, penanggung jawab, serta target pelaksanaan pada periode pembelajaran berikutnya.

Fitur tersebut mendukung proses *Continuous Quality Improvement* (CQI) karena hasil evaluasi yang diperoleh tidak hanya digunakan sebagai informasi ketercapaian CPL, tetapi juga sebagai dasar dalam penyusunan tindak lanjut untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan pengembangan kurikulum pada periode berikutnya.

5. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh fungsi yang telah diimplementasikan dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna dan algoritma perhitungan CPL mampu menghasilkan keluaran yang sesuai dengan proses perhitungan yang dirancang. Pengujian pada penelitian ini meliputi pengujian fungsional menggunakan metode *Black Box Testing*, pengujian akurasi hasil perhitungan, serta pengujian validitas terhadap hasil yang dihasilkan oleh sistem.

a. Hasil Pengujian *Black Box*

Pengujian *Black Box* dilakukan untuk mengetahui apakah setiap fungsi pada sistem telah berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional tanpa memperhatikan struktur kode program. Pengujian difokuskan pada kesesuaian antara masukan (*input*) yang diberikan pengguna dengan keluaran (*output*) yang dihasilkan oleh sistem.

Pengujian dilakukan terhadap seluruh fitur utama sistem, mulai dari proses autentikasi pengguna, pengelolaan data CPL, pengelolaan CPMK, pengelolaan mata kuliah, pemetaan CPL–CPMK, pengelolaan teknik penilaian, *input* nilai mahasiswa, proses perhitungan CPL, hingga penyajian hasil pada *dashboard*.

Tabel 6 Hasil Pengujian *Black Box*

No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil	Ket
1	Login pengguna	Pengguna memasukkan username dan password valid	Sistem berhasil masuk ke dashboard	Sesuai	Berhasil
2	Login pengguna	Pengguna memasukkan username atau password salah	Sistem menolak login dan menampilkan pesan kesalahan	Sesuai	Berhasil
3	Pengelolaan data CPL	Pengguna menambahkan data CPL baru	Data CPL tersimpan dan tampil pada tabel	Sesuai	Berhasil
4	Pengelolaan data CPMK	Pengguna menambahkan data CPMK pada mata kuliah	Data CPMK tersimpan sesuai mata kuliah	Sesuai	Berhasil
5	Pemetaan CPL-CPMK	Pengguna memasukkan relasi CPMK terhadap CPL beserta bobot	Data pemetaan tersimpan	Sesuai	Berhasil
6	Input nilai mahasiswa	Dosen memasukkan nilai mahasiswa	Nilai mahasiswa tersimpan	Sesuai	Berhasil
7	Validasi input nilai	Dosen mengosongkan nilai atau memasukkan format tidak sesuai	Sistem menampilkan pesan validasi	Sesuai	Berhasil
8	Perhitungan nilai CPMK	Sistem menghitung nilai berdasarkan	Sistem menghasilkan	Sesuai	Berhasil

No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil	Ket
		komponen dan bobot	nilai CPMK sesuai rumus		
9	Perhitungan nilai CPL	Sistem menghitung CPL berdasarkan nilai CPMK dan bobot relasi	Sistem menghasilkan nilai CPL sesuai rumus	Sesuai	Berhasil
10	Dashboard CPL	Pengguna membuka dashboard hasil ketercapaian CPL	Sistem menampilkan hasil CPL dalam bentuk tabel atau grafik	Sesuai	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian *Black Box* pada Tabel 6, seluruh fungsi utama sistem berhasil dijalankan sesuai dengan skenario pengujian yang telah dirancang. Setiap masukan yang diberikan menghasilkan keluaran yang sesuai dengan kebutuhan sistem, sehingga dapat disimpulkan bahwa implementasi fungsi pada sistem telah berjalan dengan baik dan siap digunakan sebagai media perhitungan ketercapaian CPL berbasis *Outcome-Based Education*.

b. Hasil Pengujian Akurasi Perhitungan

Pengujian akurasi dilakukan untuk memastikan bahwa hasil perhitungan sistem sesuai dengan nilai harapan atau *expected result*. Pengujian menggunakan data mahasiswa atas nama Nourman Rofiandi pada mata kuliah Aljabar Linear Elementer. Struktur hubungan mata kuliah Aljabar Linear Elementer dengan CPMK-43 dan CPMK-44 serta relasi kedua CPMK tersebut terhadap CPL-05 mengacu pada Kurikulum Program Studi Informatika Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap Tahun 2023 [41]. Adapun data nilai mahasiswa diperoleh dari bagian akademik melalui Sistem Informasi Akademik (SIKAD) dalam bentuk nilai akhir mata kuliah sebesar 76,42.

Tabel 7 Hasil Pengujian Akurasi Perhitungan

Tahap Evaluasi	Komponen Penilaian	Bobot	Nilai Input	total	Hasil Sistem	expected result	Ket
Evaluasi CPMK-44	Diskusi	33.4%	76.42	25.52	76.42	76.42	Akurat
	Tugas Individu	33.3%	76.42	25.45			
	Kehadiran	33.3%	76.42	25.45			
Evaluasi CPMK-43	UTS	50.0%	76.42	38.21	76.42	76.42	Akurat
	UAS	50.0%	76.42	38.21			

Tahap Evaluasi	Komponen Penilaian	Bobot	Nilai Input	total	Hasil Sistem	expected result	Ket
Evaluasi CPL-05	Relasi CPMK-44	100.0%	76.42	Avg: 76.42	76.42	76.42	Akurat
	Relasi CPMK-43	100.0%	76.42	Avg: 76.42			

Pada tabel 7, teknik penilaian berupa Diskusi, Tugas Individu, Kehadiran, UTS, dan UAS yang digunakan dalam pengujian merupakan asumsi pada skenario pengujian untuk merepresentasikan mekanisme teknik penilaian pada sistem. Teknik penilaian tersebut bukan merupakan ketentuan tetap pada mata kuliah Aljabar Linear Elementer karena nama dan jenis teknik penilaian dalam implementasi sistem dapat disesuaikan dengan kebutuhan program studi atau dosen dalam mengukur ketercapaian CPMK tertentu.

Bobot pada setiap teknik penilaian juga ditetapkan sebagai asumsi dalam skenario pengujian. Total bobot pada setiap CPMK ditetapkan sebesar 100% dan dibagi secara merata berdasarkan jumlah teknik penilaian yang digunakan. Pembagian bobot secara merata dipilih karena data akademik yang diperoleh melalui SIAKAD hanya berupa nilai akhir mata kuliah dan tidak mencakup rincian bobot maupun nilai pada setiap teknik penilaian. Pada CPMK-44 terdapat tiga teknik penilaian, sehingga bobot 100% dibagi menjadi 33,4% untuk Diskusi, 33,3% untuk Tugas Individu, dan 33,3% untuk Kehadiran. Perbedaan sebesar 0,1% merupakan penyesuaian pembulatan agar total bobot tetap sebesar 100%. Sementara itu, pada CPMK-43 terdapat dua teknik penilaian, sehingga bobot 100% dibagi secara merata menjadi 50% untuk UTS dan 50% untuk UAS. Dengan demikian, pembagian bobot tersebut digunakan sebagai konfigurasi pengujian dan bukan merupakan bobot penilaian asli pada mata kuliah Aljabar Linear Elementer.

Data nilai yang diperoleh melalui SIAKAD berupa nilai akhir mata kuliah sebesar 76,42 dan tidak mencakup rincian nilai pada masing-masing teknik penilaian. Oleh karena itu, nilai 76,42 digunakan sebagai nilai masukan pada setiap teknik penilaian dalam skenario pengujian. Penggunaan nilai yang sama pada setiap teknik penilaian tidak dimaksudkan untuk menyatakan bahwa nilai asli mahasiswa pada Diskusi, Tugas Individu, Kehadiran, UTS, dan UAS seluruhnya sebesar 76,42, tetapi digunakan untuk menguji proses perhitungan rata-rata tertimbang berdasarkan data nilai akhir yang tersedia.

Pada CPMK-44, nilai dihitung menggunakan tiga teknik penilaian dengan bobot masing-masing 33,4%, 33,3%, dan 33,3%. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

CPMK-44

$$\begin{aligned}
&= (76,42 \times 33,4\%) + (76,42 \times 33,3\%) + (76,42 \times 33,3\%) \\
&= 25,52 + 25,45 + 25,45 \\
&= 76,42
\end{aligned}$$

Sementara itu, CPMK-43 dihitung menggunakan dua teknik penilaian dengan bobot masing-masing 50%. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
&\text{CPMK-43} \\
&= (76,42 \times 50\%) + (76,42 \times 50\%) \\
&= 38,21 + 38,21 \\
&= 76,42
\end{aligned}$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa ketika nilai input pada seluruh teknik penilaian sama dan total bobot pada setiap CPMK sebesar 100%, maka nilai CPMK yang dihasilkan tetap sebesar 76,42. Hasil perhitungan manual tersebut selanjutnya digunakan sebagai *expected result* untuk dibandingkan dengan hasil yang dihasilkan oleh sistem.

Nilai CPMK-43 dan CPMK-44 kemudian digunakan dalam proses perhitungan CPL-05 sesuai dengan hubungan CPMK–CPL pada Kurikulum Program Studi Informatika Tahun 2023. Pada skenario pengujian, CPMK-43 dan CPMK-44 masing-masing memiliki bobot relasi sebesar 100% terhadap CPL-05. Angka 100% tersebut merupakan bobot pada masing-masing relasi CPMK terhadap CPL, bukan total persentase ketercapaian CPL. Dalam metode *weighted average*, setiap nilai CPMK dikalikan dengan bobot relasinya, kemudian jumlah hasil pembobotan dibagi dengan jumlah seluruh bobot relasi.

Perhitungan CPL-05 dilakukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
&\text{CPL-05} \\
&= ((76,42 \times 100) + (76,42 \times 100)) / (100 + 100) \\
&= (7.642 + 7.642) / 200 \\
&= 15.284 / 200 \\
&= 76,42
\end{aligned}$$

Karena CPMK-43 dan CPMK-44 memiliki bobot relasi yang sama, yaitu masing-masing 100%, maka kedua CPMK memberikan pengaruh yang setara dalam proses agregasi nilai CPL-05. Bobot relasi tersebut dinormalisasi melalui perhitungan *weighted average*, sehingga masing-masing CPMK secara efektif memberikan kontribusi yang sama terhadap hasil agregasi CPL-05.

Berdasarkan Tabel 7, hasil perhitungan manual sebagai *expected result* untuk CPMK-44, CPMK-43, dan CPL-05 masing-masing sebesar 76,42. Hasil yang dihasilkan oleh sistem juga sebesar 76,42, sehingga diperoleh selisih sebesar 0,00 antara hasil perhitungan manual dan hasil sistem. Dengan demikian, algoritma perhitungan yang diimplementasikan

pada sistem dapat dinyatakan akurat berdasarkan skenario dan data uji yang digunakan.

c. Hasil Pengujian Validitas Perhitungan

Pengujian validitas dilakukan untuk memastikan bahwa hasil perhitungan CPL tidak hanya benar secara matematis, tetapi juga sesuai dengan struktur kurikulum OBE. Validitas perhitungan dilihat dari kesesuaian hubungan antara nilai mahasiswa, komponen penilaian, CPMK, CPL, dan bobot relasi.

Tabel 8 Hasil Pengujian Validitas Perhitungan

No	Aspek Validitas	Parameter yang Diperiksa	Hasil	Ket
1	Validitas data nilai mahasiswa	Nilai berasal dari mahasiswa dan mata kuliah yang sesuai	Sesuai	Valid
2	Validitas komponen penilaian	Setiap komponen memiliki bobot penilaian	Sesuai	Valid
3	Validitas hubungan CPMK dengan penilaian	Nilai CPMK dihitung dari komponen penilaian yang terkait	Sesuai	Valid
4	Validitas pemetaan CPMK-CPL	CPMK memiliki relasi dan bobot terhadap CPL	Sesuai	Valid
5	Validitas alur perhitungan	Nilai diproses dari komponen penilaian, CPMK, hingga CPL	Sesuai	Valid
6	Validitas hasil akhir CPL	Hasil CPL berasal dari struktur pemetaan berbasis OBE	Sesuai	Valid

Berdasarkan hasil pengujian validitas, proses perhitungan CPL pada sistem telah mengikuti alur perhitungan yang sesuai dengan struktur OBE. Nilai CPL yang dihasilkan dapat ditelusuri dari nilai mahasiswa, komponen penilaian, nilai CPMK, hingga bobot relasi CPMK terhadap CPL. Hal ini menunjukkan bahwa hasil perhitungan sistem valid untuk digunakan sebagai bahan *monitoring* dan evaluasi akademik.

B. Pembahasan

Hasil implementasi dan pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan evaluasi Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) secara otomatis berdasarkan data akademik yang dikelola pada setiap tahapan pembelajaran. Proses evaluasi dilakukan melalui pembentukan nilai Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK), kemudian dilakukan agregasi menjadi nilai CPL menggunakan metode *weighted average*. Pendekatan tersebut menghasilkan proses evaluasi yang lebih sistematis karena setiap nilai yang dihasilkan memiliki keterkaitan dengan komponen penilaian, CPMK, dan CPL sesuai struktur kurikulum *Outcome-Based Education* (OBE). Hasil tersebut menunjukkan bahwa implementasi algoritma

tidak hanya mengotomatisasi proses perhitungan CPL, tetapi juga menjaga keterkaitan antar komponen evaluasi sesuai struktur kurikulum OBE sehingga informasi yang dihasilkan dapat digunakan sebagai dasar *monitoring* dan evaluasi akademik.

1. Pembahasan Proses Perhitungan Nilai CPL

Proses evaluasi CPL diawali dengan pembentukan nilai CPMK berdasarkan hasil penilaian mahasiswa pada setiap komponen penilaian. Nilai CPMK dihitung menggunakan metode *weighted average* dengan mempertimbangkan bobot setiap komponen penilaian yang telah ditentukan pada Rencana Pembelajaran Semester (RPS). Dengan pendekatan tersebut, setiap komponen penilaian memberikan kontribusi sesuai proporsinya terhadap nilai CPMK yang dihasilkan.

Nilai CPMK yang telah diperoleh selanjutnya dikelompokkan berdasarkan hubungan antara CPMK dan CPL sesuai dengan hasil pemetaan yang telah ditentukan pada kurikulum program studi. Pengelompokan tersebut bertujuan agar proses evaluasi hanya menggunakan CPMK yang memiliki keterkaitan dengan CPL yang akan dihitung. Setelah proses pengelompokan selesai, sistem melakukan agregasi nilai CPMK menjadi nilai CPL menggunakan metode *weighted average* berdasarkan bobot relasi masing-masing CPMK terhadap CPL.

Penggunaan metode *weighted average* memungkinkan proses evaluasi dilakukan secara proporsional karena setiap CPMK memberikan kontribusi sesuai dengan bobot relasinya terhadap CPL. Dengan demikian, nilai CPL yang dihasilkan tidak hanya dipengaruhi oleh besarnya nilai CPMK, tetapi juga mempertimbangkan tingkat kontribusi setiap CPMK terhadap capaian pembelajaran lulusan. Pendekatan ini menghasilkan nilai evaluasi yang lebih representatif dibandingkan rata-rata sederhana karena memperhatikan struktur hubungan antar capaian pembelajaran.

Hasil perhitungan yang dilakukan oleh sistem menunjukkan bahwa proses pembentukan nilai CPMK dan agregasi menjadi nilai CPL dapat dilakukan secara otomatis tanpa mengubah mekanisme evaluasi yang diterapkan pada kurikulum. Selain meningkatkan efisiensi proses pengolahan data, otomatisasi perhitungan juga mengurangi potensi kesalahan yang dapat terjadi apabila evaluasi dilakukan secara manual.

Temuan tersebut konsisten dengan penelitian Zayani dkk. yang menyatakan bahwa otomatisasi proses evaluasi *Course Learning Outcome* (CLO) dan *Program Learning Outcome* (PLO) mampu meningkatkan efisiensi, konsistensi, dan akurasi dibandingkan proses perhitungan secara manual [8]. Pada penelitian ini, otomatisasi diterapkan mulai dari pembentukan nilai CPMK hingga proses agregasi menjadi nilai CPL menggunakan metode *weighted average*, sehingga seluruh proses perhitungan dapat dilakukan secara lebih cepat dan konsisten sesuai aturan yang telah ditentukan. Perbedaan

penelitian ini dengan penelitian Zayani dkk. terletak pada implementasinya, yaitu algoritma diintegrasikan ke dalam sistem informasi berbasis web yang digunakan untuk mendukung proses *monitoring* dan evaluasi CPL pada tingkat program studi.

Selain itu, hasil penelitian ini juga memperkuat penelitian Kristianto dkk. yang menjelaskan bahwa pengukuran *learning outcome* dilakukan melalui pemetaan hubungan antara capaian pembelajaran dan mata kuliah sebelum proses evaluasi dilakukan [1]. Pada penelitian ini, konsep pemetaan tersebut tidak hanya digunakan sebagai dasar pengukuran, tetapi juga diimplementasikan ke dalam algoritma sistem sehingga seluruh tahapan perhitungan, mulai dari pembentukan nilai CPMK hingga menghasilkan nilai akhir CPL, dapat dilakukan secara otomatis dan terintegrasi.

2. Pembahasan *Rule* Algoritma Evaluasi CPL

Implementasi algoritma evaluasi CPL pada penelitian ini menerapkan beberapa aturan (*rule*) yang harus dipenuhi agar proses evaluasi dapat dilakukan secara berurutan. Aturan tersebut disusun berdasarkan hubungan antar data akademik sehingga setiap tahapan menghasilkan keluaran yang menjadi masukan bagi tahapan berikutnya.

Tahap pertama adalah penyusunan Profil Lulusan sebagai dasar dalam pembentukan Capaian Pembelajaran Lulusan. Data Profil Lulusan menjadi acuan dalam penyusunan CPL sehingga proses evaluasi tidak dapat dilakukan apabila data tersebut belum tersedia.

Tahap berikutnya adalah penyusunan Capaian Pembelajaran Lulusan. Setiap CPL selanjutnya dihubungkan dengan Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) yang berperan sebagai indikator ketercapaian pembelajaran pada setiap mata kuliah. Hubungan tersebut diperlukan agar setiap CPMK memiliki kontribusi terhadap evaluasi CPL.

Setelah CPMK disusun, dilakukan pemetaan hubungan antara CPMK dan CPL beserta bobot kontribusinya. Pemetaan tersebut menjadi dasar dalam proses agregasi nilai sehingga setiap CPMK hanya memberikan kontribusi terhadap CPL yang memiliki hubungan dengannya. Tanpa adanya pemetaan tersebut, sistem tidak dapat menentukan kelompok CPMK yang digunakan dalam proses evaluasi.

Tahap selanjutnya adalah penyusunan teknik penilaian pada setiap CPMK. Teknik penilaian berfungsi sebagai dasar pembentukan nilai CPMK karena seluruh nilai mahasiswa diperoleh melalui komponen penilaian yang telah ditentukan sebelumnya. Oleh karena itu, proses evaluasi hanya dapat dilakukan setelah teknik penilaian dan bobotnya tersedia pada sistem.

Setelah seluruh nilai mahasiswa dimasukkan, sistem membentuk nilai CPMK menggunakan metode *weighted average*. Nilai CPMK yang telah diperoleh kemudian dikelompokkan berdasarkan hasil pemetaan dan digunakan sebagai masukan dalam proses perhitungan nilai CPL. Urutan

tersebut menunjukkan bahwa proses evaluasi dilakukan secara bertahap sehingga setiap keluaran menjadi masukan bagi tahapan berikutnya.

Rule yang diterapkan pada algoritma menunjukkan bahwa proses evaluasi CPL tidak hanya bergantung pada proses perhitungan, tetapi juga pada keterkaitan antar komponen kurikulum yang tersusun secara hierarkis. Setiap tahapan harus diselesaikan secara berurutan karena keluaran dari suatu proses menjadi masukan bagi proses berikutnya. Dengan demikian, hubungan antara Profil Lulusan, CPL, CPMK, teknik penilaian, dan nilai mahasiswa membentuk alur evaluasi yang saling berkaitan.

Temuan tersebut sejalan dengan penelitian Derouich yang menyatakan bahwa evaluasi berbasis *Outcome-Based Education* memerlukan *alignment* yang sistematis antara *Course Learning Outcome* (CLO) dan *Program Learning Outcome* (PLO) agar proses evaluasi menghasilkan informasi yang valid dan dapat mendukung *continuous quality improvement* [7]. Pada penelitian ini, konsep *alignment* tersebut diimplementasikan melalui hubungan yang berurutan antara Profil Lulusan, CPL, CPMK, teknik penilaian, hingga proses agregasi nilai CPL menggunakan metode *weighted average*. Dengan demikian, setiap tahapan evaluasi saling berkaitan dan membentuk proses perhitungan yang sesuai dengan struktur kurikulum OBE.

3. Pembahasan Constraint Algoritma

Selain menerapkan aturan proses, algoritma evaluasi CPL juga memiliki beberapa batasan (*constraint*) yang harus dipenuhi agar hasil evaluasi yang dihasilkan tetap valid.

Constraint pertama adalah ketersediaan data akademik. Proses evaluasi tidak dapat dilakukan apabila data Profil Lulusan, CPL, CPMK, maupun pemetaan CPL–CPMK belum tersedia karena data tersebut merupakan struktur dasar dalam pembentukan evaluasi CPL.

Constraint kedua berkaitan dengan teknik penilaian yang digunakan pada setiap CPMK. Seluruh komponen penilaian harus memiliki bobot yang telah ditentukan sehingga pembentukan nilai CPMK dapat dilakukan secara proporsional sesuai dengan mekanisme penilaian yang diterapkan pada mata kuliah.

Constraint ketiga adalah kelengkapan data nilai mahasiswa. Sebelum proses perhitungan dijalankan, sistem melakukan validasi untuk memastikan seluruh komponen penilaian telah memiliki nilai. Apabila masih terdapat nilai yang belum diinput, sistem tidak melanjutkan proses evaluasi dan pengguna diminta melengkapi data terlebih dahulu. Mekanisme ini diterapkan agar nilai CPMK tidak dihitung berdasarkan data yang tidak lengkap.

Constraint berikutnya adalah proses perhitungan CPL hanya dapat dilakukan apabila seluruh nilai CPMK telah berhasil dibentuk. Hal ini karena nilai CPMK merupakan data masukan utama dalam proses agregasi menggunakan metode *weighted average*. Dengan demikian, sistem

memastikan bahwa setiap nilai CPL yang dihasilkan berasal dari data yang lengkap dan telah melalui seluruh tahapan evaluasi.

Penerapan *constraint* tersebut menjadikan proses evaluasi lebih konsisten karena setiap tahapan hanya dapat dijalankan apabila seluruh persyaratan sebelumnya telah dipenuhi. Dengan demikian, hasil evaluasi yang dihasilkan sistem tidak hanya benar secara komputasi, tetapi juga sesuai dengan mekanisme evaluasi pembelajaran berbasis *Outcome-Based Education*.

Temuan tersebut mendukung penelitian Derouich yang menegaskan bahwa proses evaluasi OBE harus dibangun di atas *alignment* yang konsisten antara capaian pembelajaran dan struktur kurikulum agar hasil evaluasi dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan akademik [7]. Pada penelitian ini, *constraint* tidak hanya berfungsi sebagai validasi data masukan, tetapi juga sebagai mekanisme untuk menjaga konsistensi proses evaluasi sehingga setiap nilai CPL yang dihasilkan berasal dari data yang lengkap, memiliki hubungan yang sesuai, dan telah melalui seluruh tahapan algoritma yang ditentukan.

4. Pembahasan Visualisasi Hasil Evaluasi CPL

Nilai Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) yang dihasilkan dari proses perhitungan algoritma selanjutnya disajikan dalam bentuk visualisasi pada sistem. Penyajian hasil evaluasi tidak hanya bertujuan menampilkan nilai akhir CPL, tetapi juga mengubah hasil perhitungan menjadi informasi yang lebih mudah dipahami oleh pengguna. Melalui visualisasi tersebut, dosen, ketua program studi, maupun mahasiswa dapat mengetahui tingkat ketercapaian setiap CPL secara lebih cepat tanpa harus melakukan interpretasi terhadap data perhitungan secara manual.

Visualisasi hasil evaluasi pada sistem diwujudkan dalam bentuk *dashboard* ketercapaian CPL, grafik ketercapaian, transkrip CPL mahasiswa, dan evaluasi kurikulum. *Dashboard* menyajikan ringkasan informasi mengenai kondisi ketercapaian CPL secara umum, sedangkan grafik ketercapaian memberikan gambaran visual mengenai tingkat pencapaian setiap CPL sehingga memudahkan pengguna dalam mengidentifikasi CPL yang telah mencapai target maupun CPL yang masih memerlukan peningkatan. Selain itu, transkrip CPL memberikan informasi ketercapaian pada tingkat individu mahasiswa, sedangkan evaluasi kurikulum menyajikan rekapitulasi ketercapaian CPL pada tingkat program studi sebagai dasar pelaksanaan *monitoring* dan evaluasi akademik.

Penyajian hasil evaluasi dalam bentuk visualisasi tersebut sejalan dengan penelitian Kushari dan Septiadi yang mengembangkan sistem informasi *learning outcome assessment* berbasis web untuk mendukung proses *monitoring* dan evaluasi ketercapaian *Program Learning Outcome* (PLO). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa hasil evaluasi yang disajikan dalam bentuk informasi yang terstruktur dapat membantu program studi dalam

memantau ketercapaian capaian pembelajaran pada tingkat mahasiswa maupun program studi sehingga mendukung proses evaluasi secara berkelanjutan [11].

Selain itu, hasil penelitian ini juga mendukung penelitian Rifqi yang mengembangkan sistem visualisasi Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) dan Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) berbasis web. Pada penelitian tersebut, visualisasi digunakan untuk membantu penyajian informasi ketercapaian CPL sehingga lebih mudah dipahami oleh pengguna [36]. Perbedaannya, penelitian ini tidak hanya berfokus pada penyajian visualisasi, tetapi juga mengintegrasikan proses perhitungan CPL menggunakan metode *weighted average* sehingga informasi yang divisualisasikan merupakan hasil evaluasi yang diperoleh secara otomatis berdasarkan hubungan antara nilai mahasiswa, CPMK, dan CPL.

Hasil visualisasi CPL yang dihasilkan sistem juga dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam proses evaluasi kurikulum melalui mekanisme *Continuous Quality Improvement* (CQI). Informasi mengenai CPL yang belum mencapai target dapat digunakan oleh program studi sebagai dasar dalam menyusun tindak lanjut perbaikan pembelajaran, sehingga hasil evaluasi tidak berhenti pada penyajian informasi, tetapi menjadi dasar dalam pengambilan keputusan akademik. Kondisi tersebut konsisten dengan penelitian Shamsuddin yang menjelaskan bahwa hasil pengukuran *Course Learning Outcome* (CLO) perlu dimanfaatkan sebagai dasar pelaksanaan *Closing the Loop* untuk meningkatkan kualitas pembelajaran secara berkelanjutan [6]. Dengan demikian, visualisasi hasil evaluasi CPL pada penelitian ini tidak hanya berfungsi sebagai media penyajian informasi, tetapi juga mendukung proses *monitoring*, evaluasi, dan peningkatan mutu pembelajaran berbasis *Outcome-Based Education* (OBE).

5. Pembahasan Hasil Pengujian

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi pada sistem dapat dijalankan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pengujian *Black Box* memperlihatkan bahwa setiap fitur, mulai dari pengelolaan data akademik hingga proses evaluasi Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL), menghasilkan keluaran yang sesuai dengan skenario pengujian yang telah ditetapkan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa implementasi algoritma telah berhasil diterapkan ke dalam fungsi sistem tanpa mengubah mekanisme evaluasi yang dirancang, sehingga sistem dapat digunakan sebagai pendukung proses evaluasi CPL pada tingkat program studi.

Temuan tersebut konsisten dengan penelitian Hilal Naufal yang menunjukkan bahwa seluruh fungsi sistem evaluasi berbasis OBE berjalan sesuai kebutuhan fungsional setelah dilakukan pengujian menggunakan metode *Black Box Testing* [37]. Hal ini menunjukkan bahwa pengujian fungsional merupakan pendekatan yang efektif untuk memastikan implementasi sistem telah sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Pengujian akurasi menunjukkan bahwa hasil perhitungan yang dihasilkan oleh sistem telah sesuai dengan *expected result* berdasarkan rumus, bobot, data input, dan alur algoritma yang diterapkan. Kesesuaian tersebut menunjukkan bahwa implementasi algoritma mampu menghasilkan nilai CPMK dan CPL secara konsisten sesuai mekanisme perhitungan yang dirancang. Hasil ini memperkuat penelitian Zayani dkk. yang menyatakan bahwa otomatisasi proses evaluasi mampu menghasilkan perhitungan yang lebih akurat dan konsisten karena seluruh proses dilakukan berdasarkan aturan algoritma yang telah ditentukan [8].

Selain akurat secara komputasi, hasil pengujian validitas menunjukkan bahwa proses perhitungan telah mengikuti struktur kurikulum berbasis *Outcome-Based Education* (OBE), yaitu melalui hubungan antara nilai mahasiswa, komponen penilaian, CPMK, bobot relasi CPMK terhadap CPL, hingga menghasilkan nilai akhir CPL. Hal tersebut menunjukkan bahwa validitas pada penelitian ini tidak hanya dinilai dari hasil akhir perhitungan, tetapi juga dari kesesuaian alur evaluasi terhadap struktur kurikulum OBE. Temuan ini sejalan dengan penelitian Derouich yang menekankan pentingnya *alignment* antara CLO dan PLO agar hasil evaluasi benar-benar merepresentasikan ketercapaian capaian pembelajaran [7]. Oleh karena itu, sistem yang dikembangkan dapat digunakan sebagai pendukung proses *monitoring* dan evaluasi ketercapaian CPL pada tingkat program studi.

BAB V KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Penelitian ini berhasil mengimplementasikan algoritma evaluasi Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) berbasis *Outcome-Based Education* (OBE) ke dalam sistem informasi berbasis web yang dikembangkan menggunakan pendekatan pengembangan sistem *prototyping*. Implementasi dilakukan melalui pengelolaan Profil Lulusan (PL), Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL), mata kuliah, Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK), pemetaan hubungan CPL–CPMK, teknik penilaian, pengelolaan nilai mahasiswa, hingga proses evaluasi CPL menggunakan metode *weighted average*. Hasil implementasi tersebut menghasilkan beberapa keluaran/*output* utama sistem, yaitu *dashboard* ketercapaian CPL, visualisasi grafik berupa radar *chart* dan bar *chart* yang berfungsi untuk membandingkan capaian nilai aktual mahasiswa dengan nilai target prodi, transkrip CPL mahasiswa sebagai hasil evaluasi pada tingkat individu, serta evaluasi kurikulum pada tingkat program studi yang dilengkapi dengan fitur tindak lanjut (*closing the loop*) sebagai pendukung *Continuous Quality Improvement* (CQI). Seluruh tahapan tersebut terintegrasi sehingga sistem mampu mendukung proses *monitoring* dan evaluasi ketercapaian CPL secara lebih efektif.
2. Evaluasi terhadap akurasi dan validitas hasil perhitungan menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan nilai ketercapaian Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) secara akurat dan valid sebagai pendukung *monitoring* dan evaluasi akademik. Berdasarkan hasil pengujian *Black Box*, seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah dirancang. Hasil pengujian akurasi menunjukkan bahwa *output* sistem sesuai dengan *expected result* berdasarkan rumus, bobot, data masukan, dan alur algoritma perhitungan yang diterapkan. Selain itu, hasil pengujian validitas menunjukkan bahwa proses perhitungan telah sesuai dengan struktur kurikulum berbasis *Outcome-Based Education* (OBE), yaitu melalui hubungan antara nilai mahasiswa, komponen penilaian, CPMK, bobot relasi CPMK terhadap CPL, hingga menghasilkan nilai akhir CPL. Dengan demikian, sistem mampu menghasilkan informasi yang tepat untuk mendukung proses *monitoring* dan evaluasi akademik di Program Studi.

B. Saran/Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat menjadi pengembangan pada penelitian selanjutnya.

1. Pengembangan selanjutnya dapat mengintegrasikan sistem dengan Sistem Informasi Akademik yang telah digunakan di Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA), seperti SEVIMA, sehingga proses sinkronisasi data mahasiswa, mata kuliah, dosen, dan nilai dapat dilakukan secara otomatis tanpa memerlukan proses *input* ulang. Integrasi tersebut diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan data serta meminimalkan terjadinya duplikasi data pada proses evaluasi Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL).
2. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan visualisasi analitik yang lebih komprehensif, seperti perbandingan ketercapaian CPL antarangkatan, analisis tren capaian pembelajaran, maupun indikator pendukung untuk proses akreditasi dan *Continuous Quality Improvement* (CQI).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. G. . Spady, *Outcome-Based Education : Critical Issues and Answers*. American Association of School Administrators, 1994.
- [2] R. M. Harden, “Developments in Outcome-Based Education,” *Med. Teach.*, vol. 24, no. 2, pp. 117–120, Jan. 2002, doi: 10.1080/01421590220120669.
- [3] J. T. C. Biggs, *Teaching for Quality Learning at University*, 4th ed. Maidenhead: Open University Press, 2011.
- [4] R. Killen, “Outcomes-Based Education: Principles and Possibilities,” 2000.
- [5] S. Iqbal, I. Willis, T. H. Almigbal, A. Aldahmash, and S. Rastam, “Outcome-Based Education: Evaluation, Implementation and Faculty Development,” *MedEdPublish*, vol. 9, p. 121, Jun. 2020, doi: 10.15694/mep.2020.000121.1.
- [6] A. Shamsuddin, W. N. Karimah, W. Ahmad, and H. Abas, “Closing the Loop on CLOs: Evidence-Based Measurement and Pedagogical Enhancements in Technology Management,” 2025. [Online]. Available: <https://acr-journal.com/>
- [7] M. Derouich, “Ensuring Outcome-Based Curriculum Coherence through Systematic CLO-PLO Alignment and Feedback Loops,” 2025.
- [8] H. M. Zayani, W. Abdelfattah, J. Ben Slimane, A. Kachoukh, and R. Sellami, “A Framework for Efficient and Accurate Automated CLO and PLO Assessment,” *Engineering, Technology and Applied Science Research*, vol. 14, no. 2, pp. 13362–13368, 2024, Doi: 10.48084/Etasr.6846.
- [9] D. Ginting And Y. Barella, *Merancang Kurikulum Program Studi Dengan Paradigma Outcome-Based Education (OBE)*. Malang, 2025.
- [10] N. R. Herlambang, A. Sofwan, and M. A. Riyadi, “Sistem Evaluasi OBE Prodi dan Pengukuran CPL Mahasiswa,” *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 12, no. 3, pp. 119–127, Sep. 2023, doi: 10.14710/transient.v12i3.119-127.
- [11] B. Kushari and L. Septiadi, “A Learning Outcome Assessment Information System to Facilitate Outcome-Based Education (OBE) Implementation,” *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 28, no. 2, pp. 238–250, 2022, doi: 10.21831/jptk.v28i1.42339.
- [12] M. Naufal Gibran, “Sistem Informasi Penilaian Berbasis Outcome Based Learning Guna Monitoring Pemenuhan Capaian Pembelajaran,” *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, vol. 8, no. 6, 2025.
- [13] Z. Ali Buto Siregar, A. Kadir, and R. Jannah, “Analysis of Learning Assessment Suitability with Learning Outcomes in the Implementation of Outcome-Based Education (OBE) Curriculum-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-NC-SA 4.0),” 2026.
- [14] A. Safiudin, “The Development Of Web-based Outcome Based Education Information System,” 2020.

- [15] A. F. S. Wahyudi and Dadang Heksaputra, "Pengembangan Aplikasi Penilaian Outcome-Based Education (OBE) Berbasis Website dengan Metode Waterfall," *INSERT : Information System and Emerging Technology Journal*, vol. 4, no. 2, pp. 86–94, Dec. 2023, doi: 10.23887/insert.v4i2.65287.
- [16] N. Utami Handayani and N. Abyor Handayani, "Sistem Monitoring dan Evaluasi Proses Belajar Mengajar Berbasis Outcome Based Education di Fakultas Teknik Universitas Diponegoro," *JPII*, vol. 2, no. 3, pp. 194–200, Jun. 2024, doi: 10.14710/jpii.2024.24263.
- [17] K. C. . Laudon and J. P. . Laudon, *Management Information Systems : Managing the Digital Firm*. Pearson, 2016.
- [18] D. Raziq Ramadhan, D. Sakethi dan, and D. Kurniawan, "Pengembangan Sistem Evaluasi Penilaian Berbasis Outcome-Based Education pada Modul Manajemen Pengguna dan File Laporan," 2025.
- [19] U. M. Ishaq, M. F. Wicaksono, and S. Nurhayati, "Aplikasi Probe Untuk Penilaian Capaian Pembelajaran Mahasiswa Pada Kurikulum OBE (Outcome-Based Education)," *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, vol. 12, no. 2, pp. 67–74, Sep. 2023, doi: 10.34010/komputika.v12i2.9763.
- [20] R. Zakyrafi and S. Saptadi, "Usulan Perancangan Dashboard Portofolio Penilaian CPL Berbasis OBE (Outcome Based Education) di Departemen Teknik Industri Universitas Diponegoro," *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 12, Jul. 2023.
- [21] C. Rumbajan, A. Sambul, and S. Paturusi, "OBE-Based Monitoring of Graduate Learning Outcomes in INSPIRE Managerial Application," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 15, no. 1, pp. 1–4, Jan. 2026.
- [22] Roger S. Pressman, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 7th ed. McGraw-Hill, 2010.
- [23] S. D. Tripp and B. Bichelmeyer, "Rapid Prototyping: An Alternative Instructional Design Strategy," *Educational Technology Research and Development*, vol. 38, no. 1, pp. 31–44, Mar. 1990, doi: 10.1007/BF02298246.
- [24] R. Budde, K. Kautz, K. Kuhlenkamp, and H. Züllighoven, *Prototyping*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1992. doi: 10.1007/978-3-642-76820-0.
- [25] M. Alavi, "An Assessment of the Prototyping Approach to Information Systems Development," *Commun. ACM*, vol. 27, no. 6, pp. 556–563, Jun. 1984, doi: 10.1145/358080.358095.
- [26] H. Lichter, M. Schneider-Hufschmidt, and H. Züllighoven, "Prototyping in Industrial Software Projects-Bridging the Gap Between Theory and Practice," *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 20, no. 11, pp. 825–832, 1994, doi: 10.1109/32.368126.

- [27] Kementerian Pendidikan Tinggi Sains dan Teknologi Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Nomor 39 Tahun 2025 tentang Penjaminan Mutu Pendidikan Tinggi*. 2025.
- [28] Meta Open Source, “React Documentation.” Accessed: Apr. 29, 2026. [Online]. Available: <https://react.dev/>
- [29] OpenJS Foundation, “Node.js — Run JavaScript Everywhere.” Accessed: Apr. 29, 2026. [Online]. Available: <https://nodejs.org/en>
- [30] Express.js, “Express — Node.js Web Application Framework.” Accessed: Apr. 29, 2026. [Online]. Available: <https://expressjs.com/>
- [31] Inc. Prisma Data, “Prisma ORM Documentation.” Accessed: Apr. 29, 2026. [Online]. Available: <https://www.prisma.io/docs>
- [32] H. S. Bintoro, G. Gudnanto, A. C. Ruby, P. M. Ratri, and Z. Romadhon, “Evaluasi Analisis Capaian Pembelajaran Lulusan melalui Sistem Informasi CPL Berbasis OBE,” *Paedagogie*, vol. 21, no. 1, pp. 533–544, Feb. 2026, doi: 10.31603/paedagogie.v21i1.16191.
- [33] ISO/IEC/IEEE 29119-3:2021, “Software and Systems Engineering — Software Testing — Part 3: Test Documentation,” 2021.
- [34] D. R. Wallace, L. M. Ippolito, and B. B. Cuthill, “Reference Information for the Software Verification and Validation Process,” Gaithersburg, MD, 1996. doi: 10.6028/NIST.SP.500-234.
- [35] H. Kristianto, S. Prasetyo, R. F. Susanti, and M. T. Adithia, “Design of Student and Course Learning Outcomes Measurement,” *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, vol. 10, no. 1, p. 97, Mar. 2021, doi: 10.23887/jpi-undiksha.v10i1.29061.
- [36] R. ADLIANSYAH, “Pengembangan Sistem Visualisasi Capaian Pembelajaran Lulusan dan Capaian Pembelajaran Mata Kuliah di Jurusan Ilmu Komputer,” 2024.
- [37] N. Hilal, “Outcome Based Education (OBE) Assessment System Module for Mapping Graduate Learning Outcomes and Course Learning Outcomes,” 2025.
- [38] Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan, *Panduan Penyusunan Kurikulum Pendidikan Tinggi Mendukung Merdeka Belajar–Kampus Merdeka Menuju Indonesia Emas*, Edisi ke-5. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, 2024.
- [39] Republik Indonesia, *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2012 tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia*. Jakarta, 2012.
- [40] Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Nomor 10 Tahun 2026 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Nomor 39 Tahun 2025 tentang Penjaminan Mutu Pendidikan Tinggi*. Jakarta, 2026.

- [41] Program Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer, Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap, *Kurikulum Program Studi Informatika Tahun 2023*, Cilacap, 2023.