

Perancangan Aplikasi Analisis Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) Dengan Pendekatan Analisis Biplot dan Klasterisasi di Program Studi Teknik Industri Universitas Telkom Menggunakan *Rapid Application Development* (RAD)

1st Muhammad Danang Athaya
Program Studi S1 Teknik Industri
Universitas Telkom, Indonesia
danangathaya@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Amelia Kurniawati
Program Studi S1 Teknik Industri
Universitas Telkom, Indonesia
ameliakurniawati@telkomuniversity.ac.id

3rd Hilman Dwi Anggana
Program Studi S1 Teknik Industri
Universitas Telkom, Indonesia
hilmandwianggana@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Program Studi Teknik Industri Universitas Telkom menetapkan tiga profil lulusan utama: *professional engineer*, studi lanjut, dan wirausahawan. Namun, tracer study 2023 menunjukkan sekitar 21% lulusan belum masuk ke ketiga profil tersebut. Hal ini menandakan perlunya evaluasi mendalam terhadap Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL), yang saling berkaitan dan disusun untuk mendukung profil lulusan. Saat ini, evaluasi CPL masih terbatas dan belum tersedia sistem yang mampu menganalisis serta menyajikan keterkaitan antar indikator secara visual. Tugas akhir ini merancang aplikasi analisis CPL menggunakan metode biplot untuk melihat keterkaitan antar indikator dan klasterisasi untuk mengelompokkan pola capaian CPL. Aplikasi dikembangkan dengan metode *Rapid Application Development* (RAD) melalui tahap *requirement planning*, *user design*, dan *construction*, serta diuji menggunakan *black box testing* dan *User Acceptance Test* (UAT). Hasilnya adalah aplikasi yang dapat mengunggah data, menampilkan visualisasi biplot, melakukan klasterisasi, menyajikan interpretasi otomatis, serta mengelola akses pengguna. Aplikasi ini diharapkan dapat mendukung proses evaluasi CPL dan pengembangan kurikulum secara lebih menyeluruh dan terstruktur melalui visualisasi dan interpretasi pola capaian CPL yang informatif.

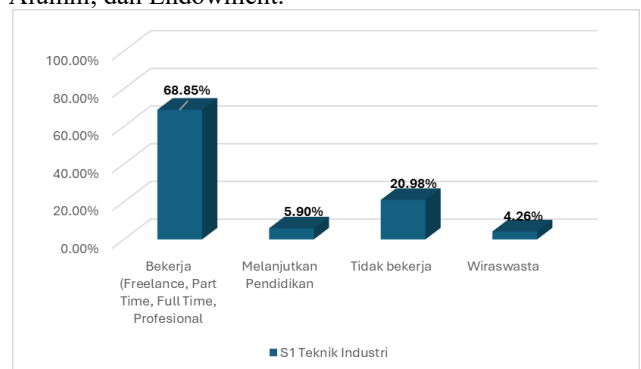
Kata kunci— Analisis Biplot, Aplikasi, CPL, Profil Lulusan, *Rapid Application Development*

I. PENDAHULUAN

Salah satu program studi unggulan di Universitas Telkom adalah S1 Teknik Industri yang berada di bawah Fakultas Rekayasa Industri (FRI). Program ini bertujuan untuk menghasilkan lulusan yang tidak hanya memiliki pengetahuan teknis, tetapi juga mampu berinovasi, beradaptasi, dan berkontribusi dalam lingkungan industri yang dinamis. Untuk mencapai tujuan tersebut, program studi Teknik Industri di Universitas Telkom menetapkan profil lulusan yang mencakup tiga kompetensi utama, yaitu:

1. Memiliki kemampuan dalam perancangan, perbaikan proses, dan instalasi pada sistem terintegrasi berbasis teknologi, informasi, dan komunikasi (Profesional *Engineer* bidang Teknik Industri).
2. Memiliki kemampuan mengembangkan pengetahuan dan keterampilan secara berkelanjutan (Studi Lanjut).
3. Memiliki kemampuan menerapkan kreativitas dan inovasi dalam menciptakan dan mengembangkan peluang bisnis (*Entrepreneur*).

Program studi memiliki kewajiban untuk memastikan bahwa CPL yang dirumuskan benar-benar mendukung pencapaian profil lulusan yang telah ditetapkan. Salah satu pendekatan awal untuk meninjau kesesuaian tersebut adalah dengan melihat kondisi alumni setelah lulus. Data mengenai kondisi alumni dapat diperoleh dari *tracer study* yang diselenggarakan oleh Direktorat Pengembangan Karir, Alumni, dan Endowment.

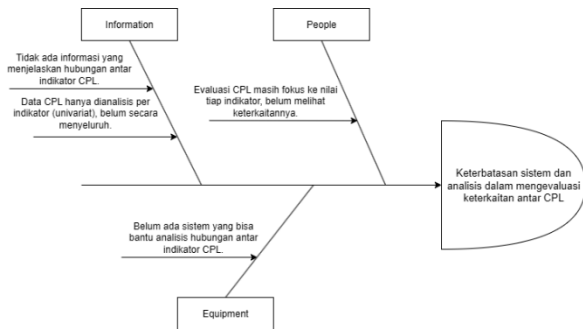


GAMBAR 1
Kondisi Lulusan S1 Teknik Industri Tahun 2023

Gambar 1 menunjukkan bahwa mayoritas lulusan S1 Teknik Industri telah bekerja (68,85%), baik sebagai pegawai tetap, freelance, maupun kontrak. Namun, masih terdapat persentase yang cukup besar (20,98%) lulusan yang belum bekerja. Selain itu, hanya sebagian kecil lulusan yang melanjutkan studi (5,90%) atau berwirausaha (4,26%). Temuan ini mengindikasikan bahwa masih terdapat ruang perbaikan dalam proses pembekalan kompetensi mahasiswa, terutama dalam memastikan bahwa CPL yang ditetapkan benar-benar relevan dengan kebutuhan industri dan selaras dengan profil lulusan yang dituju.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Ketua Program Studi S1 Teknik Industri, teridentifikasi bahwa program studi melakukan kegiatan *Forum Group Discussion* (FGD) dengan beberapa perusahaan dengan topik pembahasan mengenai CPL yang sudah dibuat dengan tujuan untuk mendapatkan *feedback* dari industri secara langsung sebagai bahan evaluasi terhadap kesesuaiannya dengan kebutuhan dunia kerja. Selain itu, evaluasi terhadap nilai CPL juga dilakukan melalui kontribusi mata kuliah terhadap pencapaian masing-masing CPL. Namun, hingga saat ini, program studi belum memiliki sistem serta pendekatan

analisis untuk mengidentifikasi keterkaitan pola capaian CPL serta eksplorasinya terhadap profil lulusan.



GAMBAR 2.
Fishbone diagram

Berdasarkan diagram *fishbone*, permasalahan yang terjadi adalah keterbatasan sistem dan pendekatan analisis untuk memahami keterkaitan antar indikator Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL). Permasalahan tersebut dianalisis berdasarkan tiga kategori utama, yaitu *Information*, *People*, dan *Equipment*. Berikut adalah penjelasan masing-masing kategori:

1. Information

Saat ini, data CPL yang ada selama ini hanya dianalisis secara terpisah untuk masing-masing indikator (univariat), tanpa melihat hubungan antar indikator secara menyeluruh. Padahal, setiap indikator CPL disusun secara terintegrasi untuk mendukung pencapaian profil lulusan. Hal ini membuat program studi kesulitan memahami gambaran besar dari capaian pembelajaran lulusan.

2. People

Dari pihak yang melakukan evaluasi, analisis CPL masih berfokus pada nilai masing-masing indikator CPL tanpa mempertimbangkan keterkaitannya. Pendekatan ini membuat analisis belum mampu memberikan insight yang strategis terkait kesesuaian CPL dengan profil lulusan.

3. Equipment

Alat yang digunakan saat ini hanya mampu menghasilkan visualisasi yang masih sederhana seperti dalam bentuk grafik batang. Bentuk visualisasi ini hanya mencerminkan nilai individu CPL tanpa menunjukkan hubungan antar variabel. Ketiadaan sistem yang mampu melakukan analisis multivariat menyebabkan keterbatasan dalam melihat pola keterkaitan antar CPL.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, untuk mengatasi permasalahan yang ada, dilakukan penelitian yang bertujuan untuk merancang sistem berupa aplikasi. Aplikasi ini dirancang untuk melihat keterkaitan antar CPL dan pola capaian CPL secara menyeluruh sebagai bahan eksplorasi untuk memahami keterkaitan dengan profil lulusan melalui analisis multivariat visual. Perancangan aplikasi ini dapat menyelesaikan permasalahan analisis serta mendukung peningkatan proses evaluasi terhadap pembelajaran mahasiswa serta meningkatkan kualitas lulusan program studi Teknik Industri di masa yang akan datang.

II. KAJIAN TEORI

A. Capaian Pembelajaran Lulusan

Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) adalah sebuah indikator tentang kualifikasi kemampuan lulusan yang mencakup tiga hal yaitu sikap, pengetahuan, dan keterampilan. CPL memiliki manfaat yang mendukung bagi mahasiswa dan dosen. Bagi mahasiswa, CPL membantu dalam memahami apa yang akan pelajari selama perkuliahan. Dan bagi dosen sendiri CPL mempermudah dalam merencanakan pembelajaran serta melakukan penilaian terhadap hasil pembelajaran tersebut [1].

B. Principal Component Analysis (PCA)

Principal Component Analysis merupakan teknik yang bertujuan untuk mereduksi dimensi dari sebuah data dengan cara mengubah data asli yang saling berkorelasi menjadi komponen utama yang bersifat orthogonal. PCA mampu menyederhanakan data berukuran besar tanpa kehilangan esensi dari isi data tersebut [2].

C. Analisis Biplot

Analisis biplot merupakan metode multivariat yang menggambarkan baris dan kolom dalam matriks pada sebuah grafik dua dimensi [3]. Analisis biplot terdiri dari dua jenis informasi, yaitu *score plot* dan *loading plot*. *Score plot* merepresentasikan posisi objek dalam ruang multidimensi, sedangkan *loading plot* merepresentasikan kontribusi setiap variabel pada dimensi yang divisualisasikan [4]. Melalui pendekatan ini, karakteristik variabel dan objek pengamatan dapat dianalisis secara langsung.

Terdapat empat hal yang bisa diinterpretasikan dari grafik biplot suatu data, yaitu [5]:

1. Jarak antar dua objek pada grafik menggambarkan tingkat kemiripan antara keduanya. Semakin berdekatan posisi objek, semakin mirip pula karakteristik yang dimiliki oleh kedua objek tersebut.
2. Panjang vektor variabel pada biplot menunjukkan seberapa besar keragaman data yang dimilikinya. Variabel yang memiliki keragaman kecil akan ditunjukkan dengan vektor yang pendek, sedangkan variabel yang memiliki keragaman besar ditunjukkan dengan vektor yang panjang.
3. Korelasi antar dua variabel dapat dipahami melalui sudut yang dibentuk oleh vektor keduanya. Semakin lancip sudut yang dibuat maka semakin positif korelasinya. Jika sudut yang dibuat siku-siku (tegak lurus), korelasi keduanya rendah. Jika sudutnya tumpul (berlawanan arah) maka korelasinya negatif.
4. Hubungan antara posisi objek dengan variabel mencerminkan nilai variabel untuk objek tersebut. Jika posisi objek sejajar dengan arah vektor, maka objek tersebut memiliki nilai variabel yang relatif tinggi dibandingkan objek lainnya. Sebaliknya, jika posisinya berlawanan arah, maka objek tersebut cenderung memiliki nilai variabel yang lebih rendah dibandingkan objek lain.

D. Klasterisasi

Klasterisasi adalah teknik multivariat yang digunakan untuk mengelompokkan objek berdasarkan kesamaan karakteristik atau atribut. Tujuan utama dari klasterisasi adalah untuk mengidentifikasi kelompok objek yang memiliki karakteristik khusus, dengan ciri bahwa objek dalam satu klaster lebih serupa satu sama lain daripada objek di klaster lain [6]. Klasterisasi mengkategorikan data seperti responden, produk, atau entitas lainnya berdasarkan kumpulan fitur yang dipilih oleh pengguna. Oleh karena itu, jika proses klasifikasi berhasil, klaster yang berbeda akan jauh satu sama lain, dan objek-objek dalam klaster akan saling berdekatan ketika dipetakan secara geometris [7].

E. Pemrograman R dan R Shiny

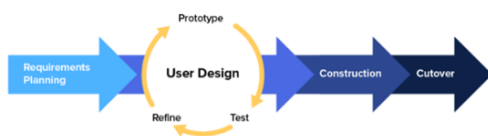
R adalah bahasa pemrograman untuk melakukan komputasi, analisis data, dan visualisasi grafik dalam statistika. R memiliki beberapa *packages* yang bisa dimanfaatkan sesuai dengan tujuan penggunaan. Selain itu, R juga merupakan bahasa yang interaktif, sehingga pengguna dapat langsung melihat hasil analisis secara *real-time*. Salah satu *package* yang dimiliki R adalah R Shiny yaitu *package* yang memfasilitasi penggunaan R dalam pembuatan *user interface* berbasis aplikasi atau web [8].

F. UML

Unified Modeling Language (UML) merupakan standar pemodelan visual yang digunakan secara luas dalam proses perancangan dan dokumentasi sistem perangkat lunak. UML membantu menyampaikan pemahaman mengenai sistem yang akan dikembangkan serta mendukung proses perancangan, pelacakan, konfigurasi, pemeliharaan, dan pengelolaan informasi terkait sistem tersebut [9].

III. METODE

Metode perancangan sistem yang digunakan untuk penelitian ini adalah *Rapid Application Development* (RAD). RAD adalah sebuah metode yang berfokus pada pengembangan sistem melalui iterasi dan umpan balik pengguna. Pengembang tetap berperan secara aktif dalam semua proses dari awal hingga hasil yang diinginkan tercapai [10]. Tahapan di dalam metode RAD adalah sebagai berikut:



GAMBAR 3
Tahapan *Rapid Application Development*

1. Perencanaan Kebutuhan (*Requirement Planning*)

Tahap perencanaan kebutuhan merupakan fase awal di mana peneliti bersama pengguna sistem mendefinisikan kebutuhan utama yang harus dipenuhi oleh sistem. Proses ini bertujuan untuk memastikan arah pengembangan sistem sesuai tujuan dan meminimalkan kesalahan selama proses pembuatannya.

2. Desain Sistem (*User Design*)

Pada tahap ini menekankan pentingnya keterlibatan aktif dari pengguna dalam merancang antarmuka serta fungsi utama aplikasi. Pengembang dan pengguna bekerja sama untuk menyusun rencana desain yang mencakup tampilan dan alur navigasi aplikasi.

3. Pengembangan (*Construction*)

Tahap ini merupakan tahap untuk memulai pembuatan sistem yang sudah direncanakan. Pembuatan sistem dilakukan dalam bentuk menyusun *coding* yang nantinya dapat mengubah desain menjadi aplikasi yang sudah direncanakan.

4. Implementasi (*Cutover*)

Tahap terakhir dalam RAD adalah implementasi. Pada tahap ini dilakukan pengujian keseluruhan sistem untuk melihat apakah terdapat kesalahan atau *error* ketika sistem digunakan sehingga bisa diperbaiki.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Requirement Planning*

Tahap pertama dalam pengembangan sistem menggunakan metode *Rapid Application Development* (RAD) adalah tahap *requirement planning*. Di tahap ini akan dilakukan pengumpulan data, identifikasi stakeholder, identifikasi kebutuhan pengguna, identifikasi fitur dan hak akses serta identifikasi kebutuhan sistem.

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahapan untuk mengumpulkan informasi dan fakta-fakta yang relevan untuk membantu dalam perancangan tugas akhir ini. Ada dua sumber data yang digunakan, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan dengan melakukan wawancara dengan Kaprodi S1 Teknik Industri yang memberikan informasi dan insight mengenai bagaimana program studi mengelola dan menggunakan nilai CPL mahasiswa. Sedangkan data sekunder diperoleh dari layanan akademik program studi Teknik Industri, yaitu informasi nilai CPL mahasiswa angkatan 2019.

2. Analisis Biplot dan Klasterisasi

Metode analisis biplot dan klasterisasi dilakukan dengan bantuan teknik PCA untuk mereduksi dimensi data, kemudian hasil PCA diperuntukkan untuk menampilkan keterkaitan antar variabel secara visual melalui biplot. Selanjutnya, dilakukan proses klasterisasi untuk mengelompokkan CPL berdasarkan kesamaan pola pencapaiannya yang telah diproyeksikan ke dalam ruang dua dimensi. Penjelasan kedua metode tersebut dilakukan dengan bantuan *software* RStudio dan bahasa pemrograman R. Berikut langkah-langkah melakukan kedua analisis tersebut:

a. Memanggil *Libraries*

Langkah awal dalam proses analisis biplot dan klusterisasi adalah menginstal dan memuat library yang diperlukan. Langkah ini penting karena library menyediakan berbagai macam *tools* dan fungsi yang berguna untuk memproses data. Berikut *library* yang digunakan:

- *ggbiplot*: Digunakan untuk membuat grafik biplot dari hasil PCA dengan visualisasi yang lebih fleksibel.
- *stats*: Paket bawaan R untuk analisis statistik, dalam konteks ini adalah untuk melakukan teknik PCA.
- *shiny*: Framework R untuk membangun aplikasi web interaktif.
- *shinydashboard*: Ekstensi dari Shiny yang menyediakan tampilan antarmuka berbentuk dashboard.
- *cluster*: Digunakan untuk melakukan analisis kluster

b. *Import Data*

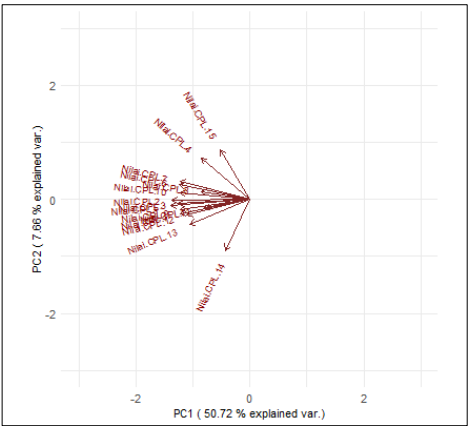
Setelah library berhasil dimuat, langkah berikutnya adalah mengimport *dataset* yang akan dianalisis. *Dataset* disiapkan dalam format .csv, yang memuat data numerik dari indikator-indikator CPL. Format ini dipilih karena mudah diolah dan mendukung berbagai fungsi analisis di R.

c. Reduksi Dimensi Data dengan PCA

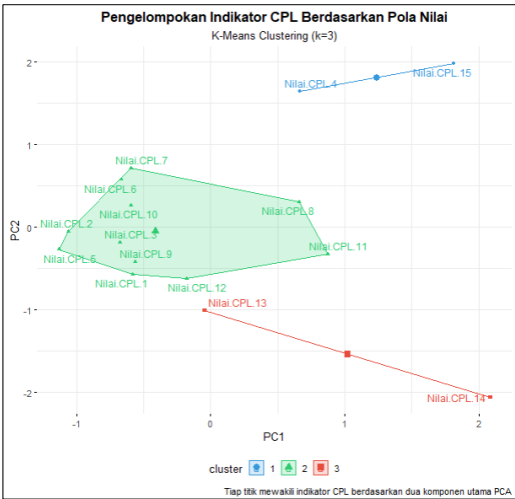
Setelah data berhasil diimport, tahap selanjutnya adalah melakukan reduksi dimensi data menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA). Tujuannya adalah menyederhanakan data CPL ke dalam dua dimensi utama agar pola keterkaitan antar indikator lebih mudah dianalisis.

d. Visualisasi Grafik Biplot dan Klusterisasi

Untuk memvisualisasikan grafik biplot dan klusterisasi, dapat menggunakan nilai komponen utama atau *principal component* yang paling besar dari hasil perhitungan PCA yang telah dilakukan untuk merepresentasikan variabilitas data secara maksimal dalam dua dimensi utama.



GAMBAR 4
Visualisasi Grafik Biplot



GAMBAR 5
Visualisasi Klusterisasi

3. Identifikasi *Stakeholder*

Pada tahap ini dilakukan identifikasi stakeholder. Stakeholder merupakan individu atau kelompok yang memiliki kepentingan terhadap perancangan yang sedang dilakukan [11].

TABEL 1
Identifikasi *Stakeholder*

Stakeholder	Pihak Terkait
Problem Owner	Ketua Program Studi S1 Teknik Industri
Problem User	Ketua dan Sekretaris Program Studi S1 Teknik Industri
Problem Customer	Mahasiswa Teknik Industri
Problem Analyst	Peneliti

Berdasarkan Tabel IV.2, *problem owner* adalah pihak yang memiliki kendali atas permasalahan dan juga memiliki kendali untuk pengambilan keputusan terhadap permasalahan yang terjadi. *Problem owner* di tugas akhir ini adalah Ketua Program Studi S1 Teknik Industri. *Problem user* adalah pihak yang terlibat dalam penggunaan sistem, yaitu adalah ketua dan sekretaris program studi S1 Teknik Industri. *Problem customer* adalah pihak yang merasakan dampak dari keputusan yang dibuat oleh *problem owner*, yaitu adalah mahasiswa program studi Teknik Industri yang merasakan dampak dari hasil evaluasi CPL dan kurikulum yang berpengaruh kepada kualitas akademik mereka. *Problem analyst* adalah pihak yang bertanggung jawab dalam melakukan analisis terhadap masalah dan mencari penyelesaian terhadap masalah tersebut, yaitu adalah penulis tugas akhir ini.

4. Identifikasi Kebutuhan Pengguna

Kebutuhan pengguna diperoleh dari sumber data primer, yaitu wawancara dengan Ketua Program Studi S1 Teknik Industri. Hasil wawancara dibuat menjadi daftar kebutuhan pengguna untuk digunakan sebagai masukan bagi aplikasi yang dirancang.

TABEL 2
Identifikasi Kebutuhan Pengguna

Pengguna	Kebutuhan
Ketua Program Studi Teknik Industri	Melihat hasil analisis dan visualisasi mengenai yang menunjukkan keterkaitan antar indikator CPL serta pengelompokan CPL.
	Memperoleh informasi yang menyeluruh dari hasil visualisasi dan analisis.
Sekretaris Program Studi Teknik Industri	Melakukan <i>input</i> data nilai CPL ke dalam sistem untuk dianalisis.
	Melihat hasil analisis serta visualisasi yang menunjukkan keterkaitan indikator CPL serta pengelompokan dari pola nilai yang serupa.
	Memperoleh informasi yang menyeluruh dari hasil visualisasi dan analisis.

5. Identifikasi Sistem dan Hak Akses

Identifikasi hak akses dilakukan untuk menentukan pembagian hak akses yang tepat pada setiap fitur dalam sistem, sehingga sistem dapat berfungsi secara optimal sesuai dengan peran dan kebutuhan masing-masing pengguna.

TABEL 3
Identifikasi Sistem dan Hak Akses

No	Fitur	Penjelasan	Hak Akses
1.	<i>Login</i>	Akses untuk masuk ke dalam aplikasi	Semua <i>User</i>
2.	<i>Dataset</i>	Menampilkan halaman yang dapat melakukan fungsi <i>input</i> , <i>view</i> , dan <i>delete</i> file nilai CPL.	Sekretaris Program Studi Teknik Industri
		Menampilkan halaman yang dapat melakukan fungsi <i>view</i> file nilai CPL	Ketua Program Studi Teknik Industri
3.	Visualisasi Data	Menampilkan halaman yang dapat melakukan fungsi <i>view</i> file nilai CPL	Ketua Program Studi Teknik Industri
4.	Interpretasi Data	Menampilkan halaman yang dapat memvisualisasikan data yang dipilih	Semua <i>User</i>

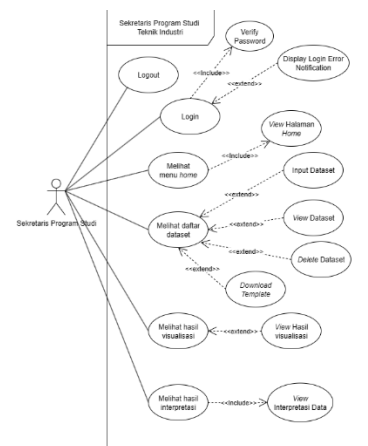
		dalam bentuk grafik biplot.	
--	--	-----------------------------	--

B. User Design

Tahap ini dilakukan untuk membuat pemodelan sistem yang dirancang menggunakan *Unified Modelling Language (UML)* serta perancangan *mockup* sebagai sarana interaksi antara pengguna dan sistem.

1. Use Case Diagram

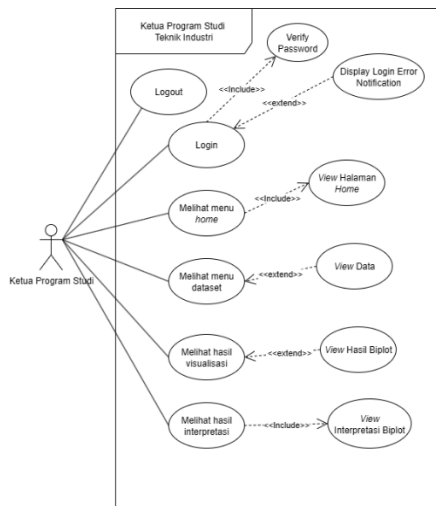
Use case diagram merupakan diagram visual dari interaksi antara sistem dengan aktor eksternal, yang menggambarkan fungsionalitas sistem dari perspektif pengguna. Diagram ini menunjukkan fungsi-fungsi utama yang bisa dilakukan oleh pengguna melalui sistem, serta skenario bagaimana pengguna berinteraksi dengan sistem untuk tujuan tertentu [12].



GAMBAR 6
Use Case Diagram Sekretaris

Gambar 4 menampilkan *use case diagram* yang menggambarkan aktivitas sekretaris program studi. Adapun aktivitas yang dapat dilakukan yaitu:

- Pengguna dapat melakukan *login* dengan memasukkan *username* dan *password* yang valid. Jika verifikasi berhasil, sistem memberikan akses ke menu utama aplikasi. Namun jika gagal, sistem menampilkan notifikasi *error* dan memberikan kesempatan untuk mencoba kembali.
- Pada menu *dataset*, pengguna dapat mengunggah data nilai CPL, *view data* untuk melihat isi dari *dataset*, dan melakukan *delete* data untuk menghapus *dataset* dari sistem. Selain itu ada opsi untuk melakukan *download template* file *dataset*.
- Pada menu visualisasi data, pengguna dapat memilih *dataset* yang ingin dilakukan visualisasi dan melihat tampilan biplot.
- Pada menu interpretasi, pengguna dapat melihat interpretasi biplot dari data yang telah dipilih. Halaman ini memuat interpretasi korelasi antar CPL dan klusterisasi untuk melihat pola capaiannya.



GAMBAR 5

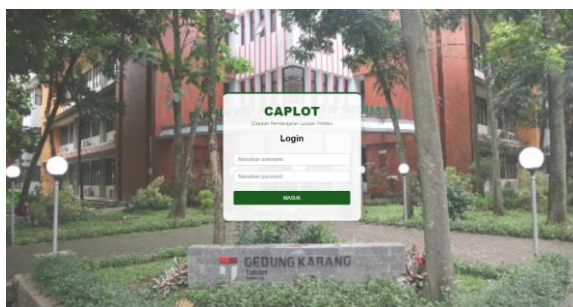
Use Case Diagram Kaprodi

Gambar 5 menampilkan *use case diagram* yang menggambarkan aktivitas ketua program studi Teknik Industri. Adapun aktivitas yang dapat dilakukan yaitu:

- Pengguna melakukan *login* dengan memasukkan *username* dan *password* yang valid. Jika verifikasi berhasil, sistem memberikan akses ke menu utama aplikasi. Namun jika gagal, sistem menampilkan notifikasi *error* dan memberikan kesempatan untuk mencoba kembali.
- Pada menu *dataset*, pengguna hanya dapat melihat *dataset* yang diunggah oleh sekretaris program studi.
- Pada menu visualisasi data, pengguna dapat memilih *dataset* yang ingin dilakukan visualisasi dan melihat tampilan biplot.
- Pada menu interpretasi, pengguna dapat melihat interpretasi biplot dari data yang telah dipilih. Halaman ini memuat interpretasi korelasi antar CPL dan klusterisasi untuk melihat pola capaiannya.

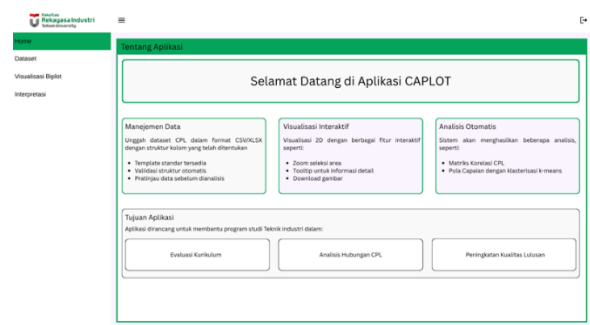
2. Mockup

Mockup adalah visual yang menampilkan konsep desain dalam bentuk simulasi realistis. Dengan memberikan berbagai efek visual, *mockup* mampu menampilkan preview yang sangat mirip dengan produk nyata, sehingga membantu memvisualisasikan bagaimana desain tersebut akan terwujud dalam bentuk fisik atau aplikasi sebenarnya [13].



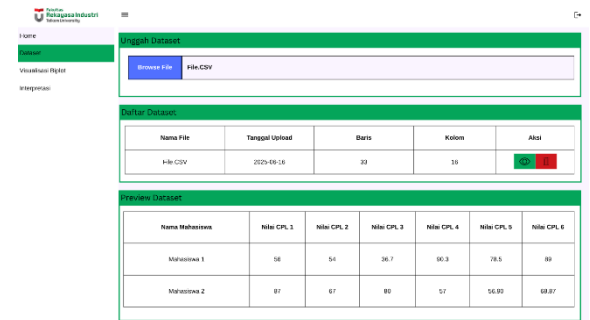
GAMBAR 7

Mockup Halaman Login



GAMBAR 8

Halaman Home



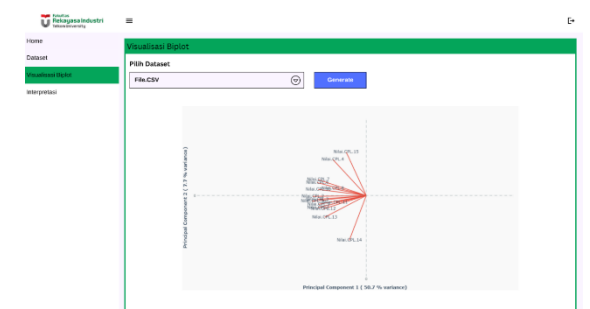
GAMBAR 9

Halaman Dataset (Sekretaris)



GAMBAR 10

Halaman Dataset (Kaprodi)



GAMBAR 11

Halaman Visualisasi Biplot



GAMBAR 12
Halaman Interpretasi

C. Construction

Pada tahap ini, sistem akan diuji oleh pengguna untuk mendapatkan umpan balik dari pengguna terkait fungsionalitas sistem dan fitur-fitur pada sistem apakah sudah sesuai dengan kebutuhan atau belum. Hasil *feedback* tersebut akan diolah untuk perbaikan sistem yang telah dirancang dalam bentuk iterasi.

TABEL 4
Iterasi Perancangan

Fitur	Rancangan Awal	Iterasi ke-1	Iterasi ke-2
<i>Login</i>	Sistem tidak memiliki fitur login untuk membedakan <i>user</i> yang mengakses.	Sistem memiliki dua hak akses yang berbeda, untuk sekretaris dan kaprodi.	Tidak ada perubahan.
<i>View Dataset</i>	Sistem hanya memiliki aksi untuk menginput <i>dataset</i> .	Penambahan aksi <i>view</i> untuk melihat isi dari <i>dataset</i> .	Tidak ada perubahan.
<i>Download Template</i>	Sistem tidak memiliki fitur mendownload <i>template</i> file <i>dataset</i> .	Penambahan fitur <i>download template dataset</i> agar file sesuai dengan yang diterima sistem.	Tidak ada perubahan.
Interpretasi Data	Hasil interpretasi masih dengan penjelasan yang belum komprehensif.	Penambahan hasil interpretasi yang lebih mendetail dan komprehensif.	Tidak ada perubahan.

D. Verifikasi Hasil Perancangan

Verifikasi dilakukan menggunakan metode *black box testing*. *Black box testing* memverifikasi apakah fungsi perangkat lunak dapat dijalankan dengan benar tanpa memperhatikan struktur atau kode program. Pengujian dilakukan dengan membuat skenario atau *test case* untuk setiap fitur yang telah dibuat pada aplikasi,

TABEL 5
Verifikasi *Black Box Testing*

Fitur / Menu	Skenario Pengujian	Hasil Pengujian
<i>Login</i>	Pengguna login dengan kombinasi kredensial yang benar/salah	Berhasil
<i>Dataset</i>	Unggah, lihat, dan hapus data CPL oleh sekretaris dan kaprodi	Berhasil
Visualisasi	Generate grafik biplot dari <i>dataset</i> yang dipilih	Berhasil
Interpretasi	Menampilkan hasil analisis keberagaman, korelasi dan hubungan CPL dengan profil lulusan dalam bentuk <i>clustering</i> .	Berhasil

E. Validasi Hasil Perancangan

Setelah rangkaian verifikasi hasil rancangan selesai dilakukan, selanjutnya adalah tahap validasi hasil rancangan menggunakan *User Acceptance Test* (UAT). UAT adalah sebuah uji sistem yang dilakukan oleh pengguna untuk melihat apakah rancangan sistem sudah sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna dalam bentuk pertanyaan [14].

Pendapat pengguna dijawab menggunakan skala likert. Skala likert adalah jenis pengukuran dalam penelitian yang digunakan untuk mengukur perilaku individu dengan merespon di antara lima skala pilihan pada setiap pertanyaan yang bisa dilihat pada tabel berikut [15].

TABEL 6
Skala Likert

Skala	Keterangan
1	Sangat Tidak Setuju (STS)
2	Tidak Setuju (TS)
3	Cukup (C)
4	Setuju (S)
5	Sangat Setuju (SS)

Pembuatan pernyataan dilakukan dengan menggunakan standar ISO/IEC 25010:2023. Standar ini menjelaskan model kualitas untuk sistem dan perangkat lunak, serta menyediakan kerangka evaluasi berdasarkan karakteristik kualitas yang relevan. Karakteristik yang diuji dalam tugas akhir ini adalah *functionality suitability*, *performance efficiency*, *reliability* dan *interaction capability*. Keempat karakteristik ini digunakan agar pengujian lebih berfokus pada kesesuaian fungsional, keandalan, efisiensi dalam kinerja serta kegunaan dari sistem.

Berikut adalah tabel hasil skor dari setiap pernyataan yang diberikan kepada Ketua Program Studi Teknik Industri sebagai perwakilan pengguna.

TABEL 7
Hasil Skor UAT

Kriteria	No.	Jawaban					Skor
		1	2	3	4	5	
<i>Functionality</i>	1				1		4
	2				1		4
<i>Performance</i>	3					1	5
	4					1	5
<i>Reliability</i>	5				1		4
	6			1			3
<i>Interaction</i>	7				1		4
	8				1		4
	9			1			3
	10				1		4
Total Skor							40

Setelah pengguna mengisi kuesioner, data tersebut akan diolah dengan menghitung persentase keseluruhan dari responden untuk mengetahui kelayakan rancangan sistem untuk kebutuhan pengguna. Data diolah dengan mengalikan setiap poin jawaban dengan bobot penilaiannya. Kemudian hitung persentase tingkat persetujuan berdasarkan formula [16]. Berikut rumus perhitungan yang digunakan untuk menghitung

$$\% \text{ Skor Aktual} = \frac{\text{Jumlah skor aktual}}{\text{Jumlah skor ideal}} \times 100\%$$

Skor aktual merujuk skor dari semua pilihan yang dipilih oleh pengguna di kuesioner, sementara skor ideal merupakan skor maksimal yang dapat dicapai jika seluruh pernyataan dijawab dengan pilihan tertinggi. Berdasarkan hasil perhitungan, rata-rata persentase secara keseluruhan yang didapat adalah 81.25%. Nilai persentase kemudian diklasifikasikan sesuai dengan kategori berikut.

TABEL 8
Kriteria Interpretasi

Persentase (%)	Kriteria
81,00 - 100	Sangat Baik
61,00 – 80,99	Baik
41,00 – 60,99	Cukup Baik
21,00 – 40,99	Kurang Baik
0 – 20,99	Sangat Kurang Baik

Dapat disimpulkan dari rata-rata keseluruhan sebesar 81.25%, maka hasil UAT pada penelitian ini berada di kriteria “Sangat Baik”.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil tugas akhir ini, analisis Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) berhasil dilakukan menggunakan metode visualisasi biplot dan klasterisasi. Hasil analisis memberikan informasi mengenai keterkaitan antar indikator CPL serta pengelompokan indikator CPL berdasarkan pola nilainya yang serupa. Analisis ini dapat membantu program studi Teknik Industri dalam lebih memahami seluruh indikator CPL untuk dijadikan dasar dalam mengevaluasi pembelajaran dan kurikulum.

Aplikasi yang dirancang telah berhasil memenuhi kebutuhan utama dari kedua jenis pengguna, yaitu ketua dan sekretaris program studi Teknik Industri. Aplikasi ini menyediakan beberapa fitur utama, seperti unggah *dataset* nilai CPL, visualisasi data dalam bentuk grafik biplot, penyajian interpretasi secara otomatis untuk biplot dan klasterisasi, serta pengelolaan akses pengguna berdasarkan peran dan tugas masing-masing pengguna. Berdasarkan hasil pengujian verifikasi menggunakan metode *black box testing*, seluruh fitur utama dapat dijalankan dengan baik. Sementara itu, hasil validasi menggunakan *user acceptance testing* menyatakan bahwa aplikasi telah sesuai dengan harapan pengguna. Dengan adanya aplikasi ini, proses analisis keterkaitan CPL di program studi Teknik Industri menjadi lebih menyeluruh dan mudah dipahami sehingga keperluan evaluasi CPL dan kurikulum yang sebelumnya masih terbatas kini dapat dilakukan secara lebih efisien, terstruktur, dan berbasis data.

REFERENSI

- [1] Cahyawardani, P. D. (2020). *Pengembangan Sistem Informasi Evaluasi Capaian Pembelajaran Lulusan Jurusan Informatika FTI UII*.
- [2] Sari, D. R. P. (2023). Metode Principal Component Analysis (PCA) sebagai Penanganan Asumsi Multikolinearitas. *Jurnal Matematika, Statistika dan Terapannya*, 2(02), 115–124. <https://doi.org/https://doi.org/10.30598/parameterv2i02pp115-124>
- [3] Zah, A. I., Sa'idah, A., Zuleika, T., Syahfitri, N., Amelia, D., & Mardianto, M. F. F. (2023). Analisis Biplot pada Persebaran Penduduk Berumur 15 Tahun Ke Atas yang Bekerja Menurut Lapangan Pekerjaan Utama dan Pendidikan Tertinggi yang Ditamatkan. *Zeta - Math Journal*, 8(1), 16–22. <https://doi.org/10.31102/zeta.2023.8.1.16-22>
- [4] Kuswardono, D. (2024). Penerapan Analisis Biplot pada Pemetaan 35 Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah Berdasarkan Karakteristik Ekonomi dan Kependudukan. *Jurnal Arjuna: Publikasi Ilmu Pendidikan, Bahasa dan Matematika*, 2(2), 01–12. <https://doi.org/10.61132/arjuna.v2i2.717>
- [5] Mattjik, A. A., & Sumertajaya, I. M. (2011). *Sidik Peubah Ganda Dengan menggunakan SAS*. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/57188>
- [6] Malhotra, N. K., Nunan, D., & Birks, D. F. (2017). *Marketing Research: An Applied Approach*. Prentice Hall Inc.
- [7] Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2014). *Multivariate data analysis*. Pearson Education Limited.
- [8] Muafa, D. M., & Iswari, L. (2022). *Pengembangan Aplikasi Berbasis Web dengan Rshiny untuk Data Klasifikasi Menggunakan Metode Naive Bayes*.

- [9] Chonoles, M. J., & Schardt, J. A. (2011). *UML 2 For Dummies*. John Wiley & Sons.
- [10] Utami, E. P., & Zein, A. (2023). Perancangan Sistem Informasi Reservasi Meja Kafe Menggunakan Metode Rad Rapid Application Development Berbasis Web (Studi Kasus: Cafetaria Citra Sawangan Depok). *Engineering And Technology International Journal*, 5(2). <https://doi.org/10.556442>
- [11] Daellenbach, H. G., & Mcnickle, D. C. (2005). *Management Science: Decision making through systems thinking*. PALGRAVE MACMILLAN.
- [12] Rumbaugh, James., Jacobson, Ivar., & Booch, Grady. (2005). *The unified modeling language reference manual*. Addison-Wesley Longman.
- [13] Saro, D. (2025). Perancangan Wireframe dan Mockup Sistem E-Commerce untuk PT.XYZ. *Engineering and Technology International Journal*, 7(01), 28–35. <https://doi.org/10.55642/eatij.v7i01.966>
- [14] Hady, E. L., Haryono, K., & Rahayu, N. W. (2020). *User Acceptance Testing (UAT) pada Purwarupa Sistem Tabungan Santri (Studi Kasus: Pondok Pesantren Al-Mawaddah)*. *Jurnal Ilmiah Multimedia dan Komunikasi*, 5, 1.
- [15] Likert, R. (1932). *A Technique for The Measurement of Attitudes*. Archives of Psychology.
- [16] Hasugian, H., Wulandari, & Nofiyani. (2023). User Acceptance Testing (UAT) pada Electronic Data Preprocessing guna Mengetahui Kualitas Sistem. *Jurnal Mahasiswa Ilmu Komputer (JMIK)*, 4(1), 20–27.