

**TESIS**  
**IMPLEMENTASI *KNOWLEDGE-BASED SYSTEM***  
**UNTUK MENGOTOMATISASI PENGANGGARAN**  
**BERBASIS KINERJA**  
**(Studi Kasus: Universitas Negeri Manado)**



disusun oleh  
**TESSA VATMA RANTUNG**  
**24.55.1629**  
**Konsentrasi : Digital Transform Intelligent**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER**  
**UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA**  
**YOGYAKARTA**  
**2026**

**TESIS**  
**IMPLEMENTASI *KNOWLEDGE-BASED SYSTEM***  
**UNTUK MENGOTOMATISASI PENGANGGARAN**  
**BERBASIS KINERJA**  
**(Studi Kasus: Universitas Negeri Manado)**

**IMPLEMENTATION OF KNOWLEDGE-BASED SYSTEM**  
**TO AUTOMATIZE PERFORMANCE-BASED BUDGETING**  
**(Case Study: Manado State University)**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Pascasarjana  
Program Studi PJJ Informatika



disusun oleh  
**TESSA VATMA RANTUNG**  
**24.55.1629**  
**Konsentrasi : Digital Transformation Intellgence**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER**  
**UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA**  
**YOGYAKARTA**  
**2026**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**IMPLEMENTASI KNOWLEDGE-BASED SYSTEM  
UNTUK MENGOTOMATISASI PENGANGGARAN BERBASIS KINERJA**

**IMPLEMENTATION OF KNOWLEDGE-BASED SYSTEM  
TO AUTOMATIZE PERFORMANCE-BASED BUDGETING**

yang disusun dan diajukan oleh

**Tessa Vatma Rantung**

**24.55.1629**

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Tesis  
pada tanggal 3 Maret 2026

Dosen Pembimbing,



**Prof. Dr. Ema Utami, S.Si., M.Kom.**

**NIK. 190302037**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**IMPLEMENTASI KNOWLEDGE-BASED SYSTEM  
UNTUK MENGOTOMATISASI PENGANGGARAN BERBASIS KINERJA**

**IMPLEMENTATION OF KNOWLEDGE-BASED SYSTEM  
TO AUTOMATIZE PERFORMANCE-BASED BUDGETING**

yang disusun dan diajukan oleh

**Tessa Vatma Rantung**

**24.55.1629**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal 3 Maret 2026

**Susunan Dewan Penguji**

**Nama Penguji**

**Tanda Tangan**

**Robert Marco, S.T., M.T., Ph.D.**  
**NIK. 190302228**

**Hanif Al Fatta, S.Kom., M.Kom., Ph.D.**  
**NIK. 190302096**

**Prof. Dr. Ema Utami, S.Si., M.Kom.**  
**NIK. 190302037**



Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Magister Komputer  
Tanggal 3 Maret 2026

**DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER**



**Prof. Dr. Kusriani, M.Kom.**  
**NIK. 190302106**

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Tessa Vatma Rantung  
NIM : 24.55.1629

Menyatakan bahwa Tesis dengan judul berikut:

**Implementasi Knowledge-Based System Untuk Mengotomatsasi  
Penganggaran Berbasis Kinerja  
(Studi Kasus: Universitas Negeri Manado)**

Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ema Utami, S.Si., M.Kom.

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta.
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima SANKSI AKADEMIK dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Yogyakarta, 3 Maret 2026

Yang Menyatakan,



Tessa Vatma Rantung



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya, sehingga tesis dengan judul "Implementasi Knowledge-Based System Untuk Mengotomatisasi Penganggaran Berbasis Kinerja" ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Tesis ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi PJJ Informatika di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Amikom Yogyakarta.

Penyelesaian tesis ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini, penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

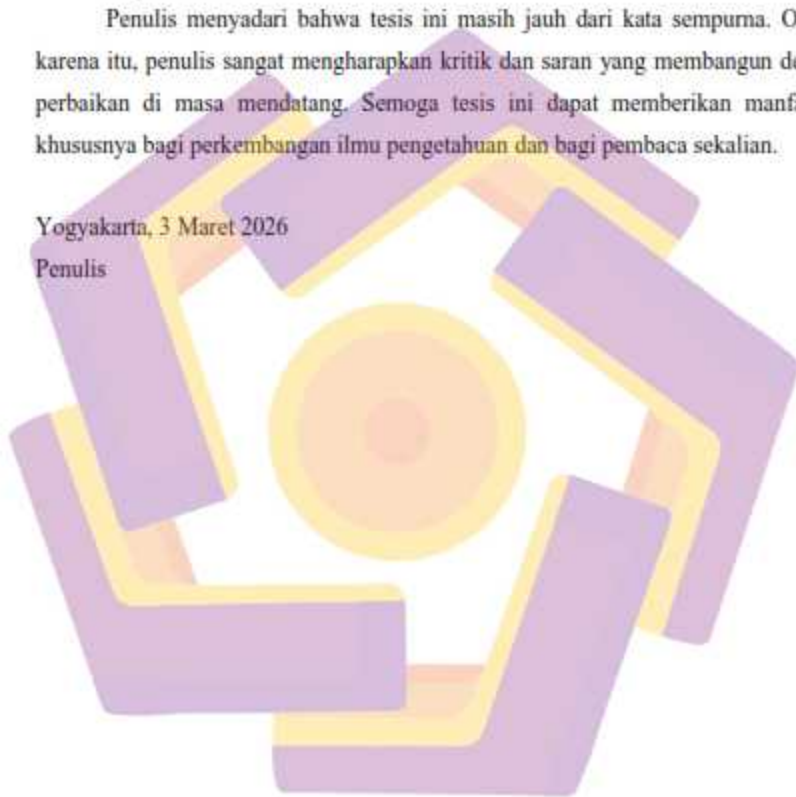
1. Rektor Universitas Amikom Yogyakarta, Prof. Dr. M. Suyanto, M.M., atas kesempatan dan fasilitas yang diberikan selama masa studi.
2. Dekan Fakultas Ilmu Komputer, Prof. Dr. Kusriani, M.Kom., atas dukungan dan izin pelaksanaan penelitian.
3. Ketua Program Studi S2 PJJ Informatika, Dhani Ariatmanto, M.Kom., Ph.D., atas arahan dan segala administrasi akademik.
4. Ibu Prof. Dr. Ema Utami, S.Si., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing I, atas waktu, kesabaran, arahan, kritik, dan bimbingan yang tak ternilai harganya sejak awal hingga terselesaikannya tesis ini.
5. Bapak/Ibu Dosen Penguji atas masukan dan koreksi konstruktif demi penyempurnaan tesis ini.
6. Kedua Orang Tua, Papa Setawan Rantung dan Mama Maryke Moniung, S.Pd, yang selalu melimpahkan doa, kasih sayang, dukungan moril, dan materi tanpa batas, serta menjadi sumber inspirasi dan motivasi terbesar dalam hidup penulis.
7. Rektor, Wakil Rektor, Kepala Biro, dan semua jajaran pimpinan Universitas Negeri Manado atas izin untuk melakukan penelitian dan data yang diberikan selama penelitian.

8. Seluruh Dosen dan Staf Administrasi di Program Studi S2 PJJ Informatika yang telah banyak membantu proses akademik penulis.
9. Sahabat-sahabat seperjuangan dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, terima kasih atas dukungan dan kebersamaan yang terjalin selama ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat, khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan bagi pembaca sekalian.

Yogyakarta, 3 Maret 2026

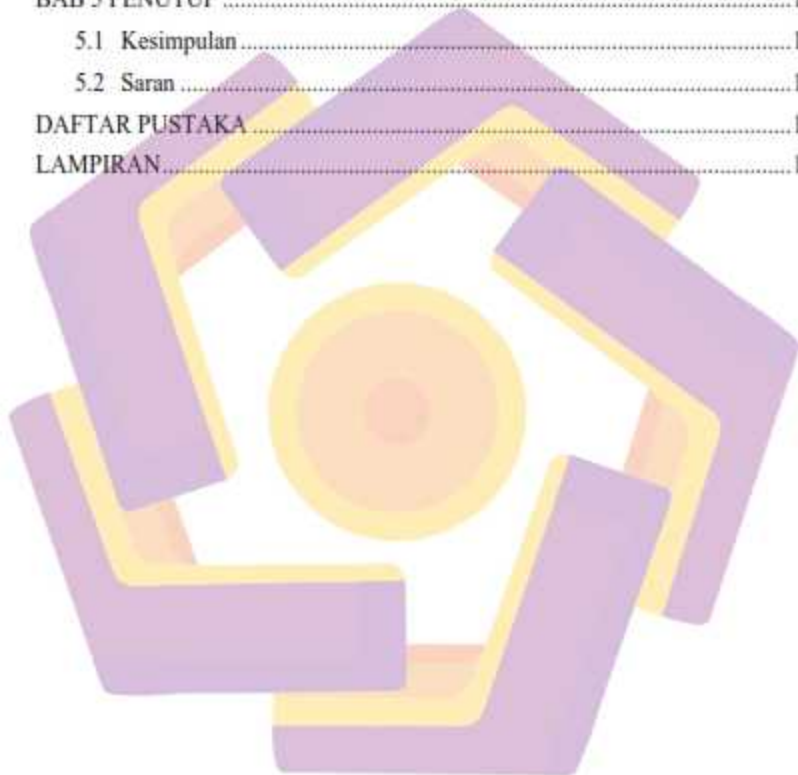
Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TESIS .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN .....	xii
DAFTAR ISTILAH .....	xiii
INTISARI .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Batasan Masalah .....	6
1.4 Tujuan Penelitian .....	8
1.5 Manfaat Penelitian .....	8
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>11</b>
2.1 Tjjuan Pustaka .....	11
2.2 Keaslian Penelitian .....	16
2.3 Landasan Teori .....	31
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>38</b>
3.1 Jenis, Sifat, dan Pendekatan Penelitian .....	38
3.2 Metode Pengumpulan Data .....	39
3.3 Metode Analsis Data .....	45
3.4 Alur Penelitian .....	47
<b>BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>52</b>

4.1	Gambaran Umum Objek Penelitian.....	52
4.2	Desain dan Pengembangan Artefak <i>Knowledge-Based System</i> (KBS) ...	57
4.3	Demonstrasi Artefak <i>Knowledge-Based System</i> .....	81
4.4	Evaluasi Artefak <i>Knowledge-Based System</i> .....	94
4.5	Diskusi Hasil dan Implikasi Penelitian.....	98
BAB 5 PENUTUP .....		110
5.1	Kesimpulan.....	110
5.2	Saran .....	112
DAFTAR PUSTAKA.....		115
LAMPIRAN.....		119

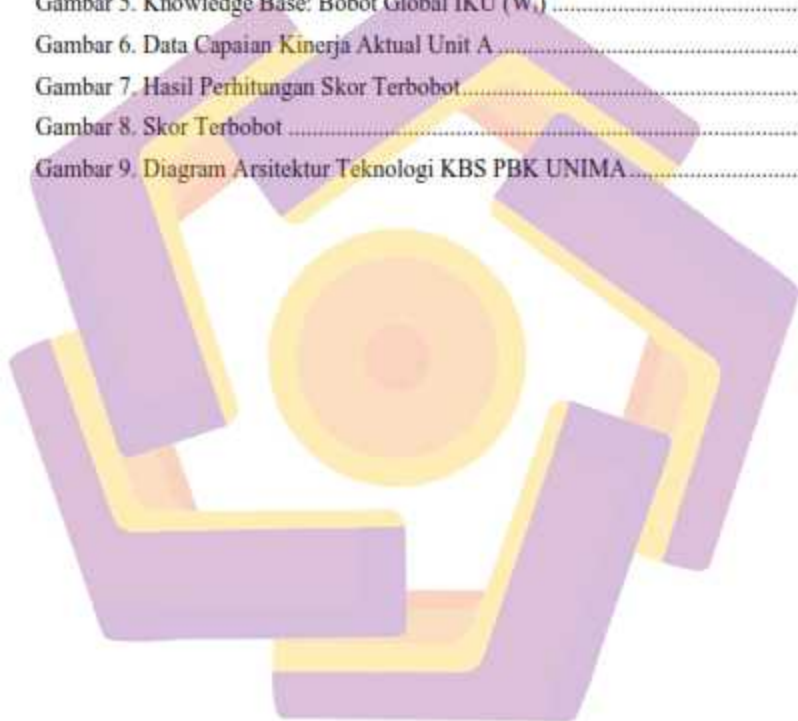


## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Profil Responden.....	40
Tabel 2. Pedoman Pertanyaan FGD Penentuan IKU & AHP.....	41
Tabel 3. Pertanyaan Perbandingan Berpasangan (Kuesioner AHP).....	43
Tabel 4. Arsitektur Konseptual KBS.....	58
Tabel 5. Kerangka <i>Balanced Scorecard</i> (BSC) Adaptasi untuk Unima.....	59
Tabel 6. Kriteria Utama (Perspektif BSC).....	61
Tabel 7. Struktur Hierarki Kriteria Kinerja PBK UNIMA.....	62
Tabel 8. Matriks Perbandingan Berpasangan Hipotesis.....	64
Tabel 9. Bobot Global Untuk Setiap IKU.....	68
Tabel 10. Fakta yang dihasilkan oleh proses perhitungan awal.....	78
Tabel 11. Aturan Produksi ( <i>Knowledge Base</i> ).....	79
Tabel 12. Unit Studi Kasus.....	85
Tabel 13. Unit Studi Kasus dan Bobot Kinerja ( <i>W</i> ).....	86
Tabel 14. Data input dari Database Kinerja.....	87
Tabel 15. Hasil Simulasi KBS PBK UNIMA ( <i>Inference Engine</i> ).....	89
Tabel 16. Analisis Detail Skor Terbobot ( <i>Justifikasi</i> ).....	89
Tabel 17. Hasil Kuantitatif (Rata-rata Skala Likert).....	96

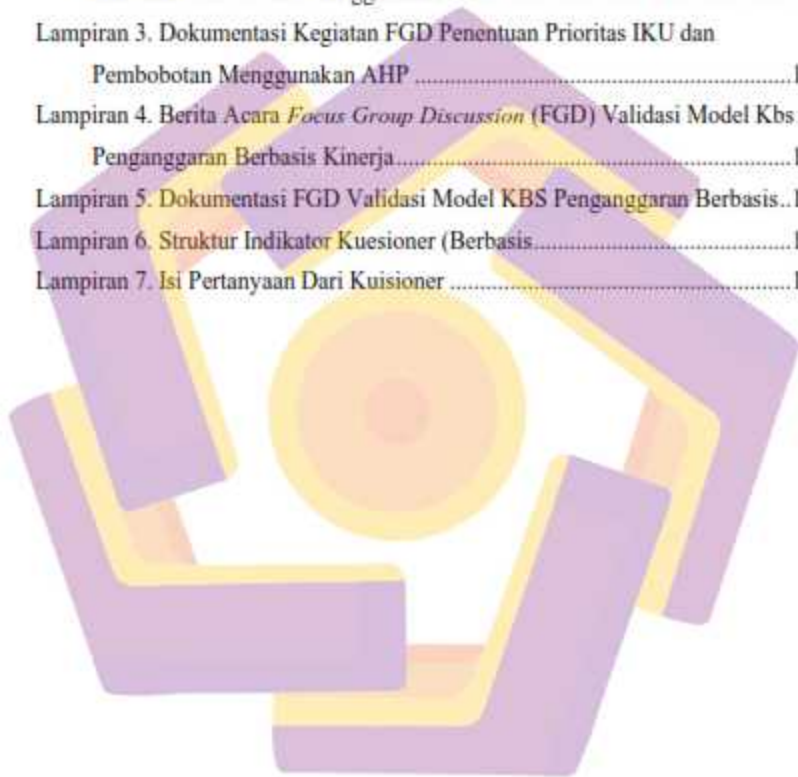
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Framework BSC.....	33
Gambar 2. Alur Penelitian .....	48
Gambar 3. Bagan Struktur Organisasi dan Tata Kerja UNIMA.....	53
Gambar 4. Struktur Herarki Kriteria PBK UNIMA.....	62
Gambar 5. Knowledge Base: Bobot Global IKU ( $W_i$ ) .....	71
Gambar 6. Data Capaian Kinerja Aktual Unit A.....	73
Gambar 7. Hasil Perhitungan Skor Terbobot.....	74
Gambar 8. Skor Terbobot .....	76
Gambar 9. Diagram Arsitektur Teknologi KBS PBK UNIMA.....	84



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses Pembagian Pagu Manual.....	119
Lampiran 2. Berita Acara Focus Group Discussion (FGD) Penentuan Prioritas IKU dan Pembobotan Menggunakan AHP .....	121
Lampiran 3. Dokumentasi Kegiatan FGD Penentuan Prioritas IKU dan Pembobotan Menggunakan AHP .....	124
Lampiran 4. Berita Acara <i>Focus Group Discussion</i> (FGD) Validasi Model Kbs Penggangan Berbasis Kinerja.....	125
Lampiran 5. Dokumentasi FGD Validasi Model KBS Penganggaran Berbasis..	129
Lampiran 6. Struktur Indikator Kuesioner (Berbasis.....	131
Lampiran 7. Isi Pertanyaan Dari Kuisisioner .....	132



## DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

$W$	Vektor Prioritas (Bobot Global IKU). Hasil akhir dari perhitungan Fuzzy AHP.
$C$	Capaian Kinerja Aktual Unit Kerja.
$n$	Jumlah kriteria atau IKU yang dinilai.
$\Sigma$	Simbol penjumlahan (Sigma).
$W_i$	Bobot Global IKU ke- $i$ .
$C_i$	Capaian Kinerja IKU ke- $i$ .
$\lambda_{maks}$	Lambda Maksimum (Nilai Eigen terbesar). Digunakan untuk menghitung CI.
$CI$	<i>Consistency Index</i> (Indeks Konsistensi).
$RI$	<i>Random Index</i> (Indeks Acak). Nilai standar yang bergantung pada $n$ .
$CR$	<i>Consistency Ratio</i> (Rasio Konsistensi). Syarat diterima: $CR \leq 0,10$ .
$U_k$	Unit kerja ke- $k$ (misalnya, Fakultas, Biro, Lembaga).
Skor <sub>Gabungan</sub>	Skor Kinerja Gabungan Unit Kerja ( $\Sigma W_i \times C_i$ ).
KBS	Knowledge-Based System
PBK	Penganggaran Berbasis Kinerja
UNIMA	Universitas Negeri Manado
DSR	Design Science Research
BSC	Balanced Scorecard
IKU	Indikator Kinerja Utama
MCDM	Multi-Criteria Decision Making
AHP	Analytical Hierarchy Process
Fuzzy AHP	Fuzzy Analytical Hierarchy Process
TAM	Technology Acceptance Model
PU	<i>Perceived Usefulness</i>
PEOU	<i>Perceived Ease of Use</i>
R1, R2, ...	Rule 1, Rule 2, ...
IF-THEN	Logika Inferensi (IF Kondisi THEN Keputusan)
PTN	Perguruan Tinggi Negeri
PI	Proses Internal
P & P	Pembelajaran & Pertumbuhan

## DAFTAR ISTILAH

<i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	Metode pengambilan keputusan multi-kriteria (MCDM) yang digunakan untuk menentukan bobot relatif (vektor prioritas) dari kriteria (IKU) melalui proses perbandingan berpasangan oleh pakar.
Aturan Produksi	Basis pengetahuan inti dalam KBS yang berbentuk logika IF-THEN. Digunakan oleh <i>Inference Engine</i> untuk mengubah skor kinerja menjadi keputusan diskret (misalnya, JIKA Skor $\geq 0,90$ MAKA Kenaikan Anggaran 10%).
<i>Balanced Scorecard (BSC)</i>	Kerangka manajemen strategis yang digunakan untuk menentukan dan menyelaraskan kriteria kinerja (IKU) dari empat perspektif (Keuangan, Pelanggan, Proses Internal, P&P) di UNIMA.
Bobot Global ( <i>W</i> )	Nilai numerik hasil akhir dari Fuzzy AHP yang merepresentasikan tingkat kepentingan strategis relatif setiap IKU terhadap tujuan PBK keseluruhan.
Capaian Kinerja ( <i>C</i> )	Data aktual tingkat keberhasilan unit kerja dalam mencapai target IKU, disajikan dalam bentuk persentase (0,00 - 1,00). Ini adalah Fakta yang diinput ke dalam sistem.
<i>Consistency Ratio (CR)</i>	Rasio yang mengukur seberapa logis dan konsisten penilaian perbandingan berpasangan oleh pakar dalam AHP. Syarat validitas mutlak adalah $CR \leq 0,10$ .
<i>Design Science Research (DSR)</i>	Metodologi penelitian yang berfokus pada perancangan dan pengembangan artefak (solusi inovatif) untuk menyelesaikan masalah yang relevan dan praktis dalam suatu domain (dalam hal ini, masalah PBK di UNIMA).
Fasilitas Penjelasan ( <i>Explanation Facility</i> )	Komponen KBS yang berfungsi untuk memberikan transparansi dan justifikasi atas keputusan yang dihasilkan

Fuzzy AHP	<p>oleh <i>Inference Engine</i>. Menjelaskan aturan mana yang terpicu dan data apa yang mempengaruhi keputusan.</p> <p>Perluasan dari AHP yang mengintegrasikan logika <i>fuzzy</i> untuk menangani ketidakjelasan atau ambiguitas dalam penilaian pakar (misalnya, menggunakan rentang bahasa seperti "Cukup Lebih Penting" alih-alih nilai pasti).</p>
Indikator Kinerja Utama (IKU)	Kriteria atau variabel terukur yang digunakan untuk menilai seberapa efektif unit kerja mencapai tujuan strategis mereka dalam konteks PBK.
<i>Inference Engine</i>	Mesin inti KBS yang menjalankan logika penalaran (inferensi). Bertanggung jawab untuk menghitung Skor Kinerja Gabungan dan memproses Aturan Produksi.
<i>Knowledge-Based System</i> (KBS)	Sistem informasi yang dirancang untuk meniru kemampuan pengambilan keputusan manusia (pakar) dengan menggunakan Basis Pengetahuan dan Mesin Inferensi.
Penganggaran Berbasis Kinerja (PBK)	Metode perencanaan anggaran yang mengaitkan alokasi sumber daya dengan capaian kinerja dan hasil ( <i>output/outcome</i> ) yang telah ditetapkan secara strategis.
Skor Kinerja Gabungan	Nilai tunggal yang dihasilkan dari $\sum (W \times C)$ . Nilai ini adalah output kuantitatif KBS yang menjadi dasar penentuan rekomendasi anggaran.

## INTISARI

Penelitian ini bertujuan merancang, mengimplementasikan, dan memvalidasi sebuah *Knowledge-Based System* (KBS) untuk mengotomatisasi dan meningkatkan objektivitas proses Penganggaran Berbasis Kinerja (PBK) di Universitas Negeri Manado (UNIMA), yang secara tradisional rentan terhadap bias subjektif. Menggunakan metodologi *Design Science Research* (DSR), artefak dikembangkan dengan mengintegrasikan kerangka *Balanced Scorecard* (BSC) untuk penentuan kriteria strategis dan Fuzzy AHP untuk pembobotan Indikator Kinerja Utama (IKU) secara objektif. Hasil Fuzzy AHP menghasilkan Bobot Global ( $W$ ) yang tervalidasi konsisten, yang kemudian menjadi inti dari *Knowledge Base Inference Engine* KBS menggunakan bobot ini bersama data capaian kinerja aktual ( $C$ ) untuk menghitung Skor Kinerja Gabungan ( $\sum W \times C$ ) dan secara otomatis memicu Aturan Produksi (*IF-THEN Rules*), menghasilkan rekomendasi alokasi anggaran yang objektif. Pengujian simulasi pada unit kerja (seperti Fakultas Bahasa, Fakultas Keolahragaan, dan Unit TIK) membuktikan bahwa sistem berfungsi optimal, mampu mengalokasikan anggaran secara diskret berdasarkan kinerja. Pengujian kualitas menunjukkan tingkat penerimaan pengguna yang tinggi (4,45) dan menegaskan bahwa KBS berhasil memenuhi tujuan penelitian untuk mempermudah, mempercepat, dan meningkatkan objektivitas proses PBK di UNIMA.

**Kata kunci:** *Knowledge-Based System* (KBS), Penganggaran Berbasis Kinerja (PBK), Fuzzy AHP, Bobot Global, Objektivitas.

## ABSTRACT

*This research aims to design, implement, and validate a Knowledge-Based System (KBS) to automate and enhance the objectivity of Performance-Based Budgeting (PBK) at Universitas Negeri Manado (UNIMA), a process traditionally susceptible to subjective bias. Employing the Design Science Research (DSR) methodology, the artifact was developed by integrating the Balanced Scorecard (BSC) framework for strategic criteria determination and the Fuzzy AHP method for objective weight assignment of Key Performance Indicators (KPIs). The Fuzzy AHP results yielded consistent and validated Global Weights (W), forming the core of the Knowledge Base. The KBS's Inference Engine utilizes these weights alongside actual performance data (C) to calculate the Composite Performance Score ( $\sum W \times C$ ) and automatically trigger Production Rules (IF-THEN Rules), leading to objective budget allocation recommendations. Simulation testing across various work units (e.g., Faculty of Language, Faculty of Sport, and TIK Unit) demonstrated the system's operational capability in discretely allocating budgets based on objective performance scores. Quality testing confirmed a high level of user acceptance (4.45) and attested that the KBS successfully fulfilled the research objective by simplifying, accelerating, and significantly increasing the objectivity of the PBK process at UNIMA.*

**Keyword:** Knowledge-Based System (KBS), Performance-Based Budgeting (PBK), Fuzzy AHP, Global Weight, Objectivity.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Perguruan tinggi sebagai lembaga pendidikan tinggi dituntut untuk terus meningkatkan kualitas layanannya. Salah satu aspek penting dalam upaya peningkatan kualitas adalah pengelolaan keuangan yang efektif dan efisien. Pengelolaan keuangan yang efektif dan efisien di Perguruan Tinggi Negeri (PTN) merupakan salah satu elemen penting dalam memastikan kualitas pelayanan pendidikan tinggi. Di era digital saat ini, perguruan tinggi dihadapkan pada tantangan untuk memenuhi transparansi dan akuntabilitas yang semakin tinggi, terutama dalam alokasi dan penggunaan anggaran yang berorientasi pada kinerja (*Performance-Based Budgeting*). Pembagian alokasi Anggaran seharusnya dibagi berdasarkan capaian kinerja dan kebutuhan tiap fakultas yang tentunya berbeda-beda.

Ini membuka titik terang baru untuk diteliti lebih lanjut. Untuk menggali lebih dalam penulis memilih Universitas Negeri Manado (UNIMA) sebagai studi kasus dalam penelitian ini. Dari pengamatan yang ada ditemukan bahwa pembagian alokasi anggaran dibuat tidak sesuai dengan kebutuhan masing-masing fakultas, dimana tentunya masing-masing fakultas memiliki jumlah mahasiswa, jumlah pengajar, jumlah tendik, kegiatan kemahasiswaan, dan berbagai kebutuhan lainnya yang berbeda-beda, sehingga kebutuhan anggarannya pun tentu berbeda-beda. Hal ini menjadi sebuah masalah yang perlu ditemukan solusi secepatnya, demi

meningkatkan efisiensi alokasi pagu yang sesuai kebutuhan dan sesuai dengan capaian kinerja yang dilakukan masing-masing unit kerja.

Hambatan lain yang perlu ditangani yaitu sistem yang belum terotomatisasi, hal ini mengakibatkan proses penganggaran masih dilakukan secara manual atau menggunakan sistem yang kurang terintegrasi, dalam hal ini masih menggunakan aplikasi *Office* seperti Ms.Excel untuk berbagai perhitungan alokasi pagunya, sehingga meningkatkan risiko kesalahan perhitungan, keterlambatan, dan kurang efektif. Dengan demikian hal ini membuat adanya keterbatasan dalam pengambilan keputusan berbasis data. Seiring dengan tuntutan akuntabilitas dan efisiensi dalam pengelolaan keuangan, penerapan teknologi yang dapat mengotomatisasi dan meningkatkan akurasi penganggaran berbasis kinerja menjadi semakin penting dan perlu dieksekusi secepat dan sebaik mungkin. Oleh karena itu, berdasarkan latar itu maka dilakukan review dari penelitian sebelumnya untuk menjadi tonggak penelitian sekaligus mencari *gap* yang layak diteliti dan digali lebih dalam ke dalam penelitian ini.

Pakar mengatakan bahwa konsekuensi alami dari proses penganggaran adalah kontrol anggaran, yang efektivitasnya sangat tergantung pada kualitas analisis deviasi (Zdzislaw Kes, 2022). Untuk menerapkan kontrol anggaran yang efektif maka penerapan Penilaian berbasis kinerja atau *Performance-Based Budgeting* (PBB) adalah pilihan yang tepat. PBK merupakan pendekatan yang bertujuan untuk memastikan setiap alokasi anggaran dapat diukur berdasarkan capaian kinerja yang jelas. Namun, penerapan PBK sering kali menghadapi kendala, seperti proses manual yang memakan waktu, kurangnya akurasi dalam

pengolahan data, dan kompleksitas dalam menentukan prioritas anggaran sesuai kebutuhan strategis dari masing-masing fakultas yang ada. Penerapan PBK merupakan pendekatan yang dalam pengelolaan keuangannya menghubungkan alokasi dana dengan pencapaian kinerja yang terukur. Penganggaran berbasis kinerja dirancang untuk memastikan bahwa setiap rupiah yang dibelanjakan sejalan dengan capaian kinerja dan tujuan strategis lembaga kinerja (Susanto, 2023). Untuk mengimplementasikan penganggaran berbasis kinerja, perguruan tinggi harus mempertimbangkan kompetensi manajemen, komitmen organisasi, sistem penghargaan, dan kualitas perguruan tinggi (Lorensius, 2021).

Penyelesaian masalah ini menjadi krusial, karena dipandang penting untuk meningkatkan proses alokasi anggaran menjadi lebih efektif yaitu sesuai capaian kinerja dan kebutuhan dari masing-masing unit kerja. Karena itu dipilihlah pendekatan *Knowledge-Based System* (KBS) karena dianggap relevan dan menjanjikan. KBS adalah sistem cerdas yang dirancang untuk meniru proses pengambilan keputusan pakar dengan mendayagunakan basis pengetahuan eksplisit yang dikodifikasi ke dalam bentuk aturan atau inferensi logis (Sampebua, 2025). Dalam bidang keuangan public, KBS berpotensi untuk mengotomatisasi proses pertimbangan logis dalam penganggaran, sehingga keputusan yang dihasilkan menjadi lebih rasional, transparan, dan dapat ditelusuri atau *traceable* (Liang Zhang, 2024).

Dalam konteks penganggaran, KBS mampu mengotomatisasi proses perencanaan dan eksekusi anggaran berbasis kinerja dengan cara menganalisis data historis keuangan, mengintegrasikan Indikator Kinerja Utama (IKU), dan

memberikan rekomendasi anggaran yang optimal berdasarkan target kinerja. Sehingga dengan mengimplementasikan KBS pada proses penganggaran di Unima dapat mengatasi masalah seperti kesalahan perhitungan manusia, penghematan waktu dan memberikan hasil yang lebih akurat dan efektif.

Penelitian ini dilakukan dengan fokus pada penerapan dan adaptasi pendekatan KBS dalam konteks pengambilan keputusan penganggaran berbasis kinerja di lingkungan perguruan tinggi negeri, yang masih merupakan ruang kajian yang relatif terbatas. Konteks ini penting karena penganggaran di universitas memiliki kompleksitas tersendiri, seperti keragaman sumber pendanaan, indikator kinerja yang multidimensi, serta kebutuhan akan akuntabilitas publik yang tinggi. Dengan menggabungkan prinsip-prinsip KBS dengan karakteristik sistem penganggaran PBB, penelitian ini menawarkan pendekatan konseptual dan metodologis baru yang dapat memperkaya literatur dan praktik di bidang tata kelola keuangan pendidikan tinggi.

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Design Science Research* (DSR) yang berfokus pada perancangan dan validasi solusi berbasis pengetahuan yang aplikatif (Putra, 2023). Pendekatan ini memungkinkan penyusunan kerangka kerja konseptual KBS yang disesuaikan secara kontekstual dengan karakteristik proses penganggaran berbasis kinerja di perguruan tinggi negeri. Sebagai fondasi sistem pengetahuan, penelitian ini mengintegrasikan kerangka *Balanced Scorecard* (BSC) untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan indikator kinerja utama yang menjadi acuan pengambilan keputusan anggaran (Biswan, 2021). Untuk meningkatkan rasionalitas dan transparansi dalam proses inferensi sistem,

digunakan pendekatan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dan Fuzzy Logic, yang mampu menangani ketidakpastian serta preferensi subjektif dari para pengambil Keputusan (Haffandi, 2024). Dengan kombinasi ini, penelitian tidak hanya menghasilkan model konseptual sistem berbasis pengetahuan yang adaptif dan logis, tetapi juga berkontribusi dalam memperluas penerapan KBS pada domain tata kelola keuangan pendidikan tinggi secara terstruktur dan berbasis kinerja.

Penelitian ini memberikan kontribusi keilmuan dalam tiga aspek utama: 1) Kontribusi kontekstual: Menunjukkan bagaimana pendekatan KBS dapat diterapkan dalam domain pengambilan keputusan anggaran berbasis kinerja di perguruan tinggi negeri, yang memiliki karakteristik unik dibanding sektor lainnya; 2) Kontribusi konseptual: Menyusun kerangka kerja konseptual untuk integrasi prinsip-prinsip KBS dalam proses PBB, yang dapat menjadi referensi akademik dan praktis; dan 3) Kontribusi rekomendatif: Memberikan pemetaan potensi manfaat, tantangan, dan strategi implementasi KBS untuk penguatan tata kelola keuangan perguruan tinggi. Dengan demikian, isu utama yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana KBS dapat diadopsi, disesuaikan, dan diimplementasikan untuk memperkuat logika pengambilan keputusan dalam penganggaran berbasis kinerja di universitas negeri.

Motivasi utama dalam penelitian ini adalah untuk menghadirkan solusi yang dapat meningkatkan akurasi dan kecepatan dalam proses penganggaran berbasis kinerja di lingkungan perguruan tinggi; Mengintegrasikan prinsip *knowledge-based system* dalam manajemen keuangan universitas, sehingga proses alokasi anggaran menjadi lebih berbasis data dan objektif; Mendorong transformasi digital dalam tata

kelola universitas, dengan memanfaatkan teknologi dalam pengambilan keputusan keuangan; serta untuk menyesuaikan sistem penganggaran universitas dengan standar good governance dan regulasi nasional, seperti peraturan Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi mengenai pengelolaan anggaran perguruan tinggi negeri.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perumusan kerangka *Knowledge-Based System* (KBS) sebagai dasar konseptual untuk mendukung pengambilan keputusan dalam penganggaran berbasis kinerja di perguruan tinggi negeri?
2. Seperti apa integrasi *Balanced Scorecard* (BSC) dan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dalam kerangka KBS untuk menghasilkan rekomendasi prioritas alokasi anggaran berbasis kinerja?
3. Sejauh mana KBS mampu memberikan rekomendasi yang valid dan layak sebagai solusi terhadap permasalahan penganggaran berbasis kinerja di perguruan tinggi negeri?

### 1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan masalah yang perlu diperjelas agar ruang lingkup penelitian menjadi jelas dan terarah. Batasan masalah ini disusun untuk memastikan bahwa penelitian mengenai "Implementasi *Knowledge-Based System* untuk Mengotomatisasi Penganggaran Berbasis Kinerja di Universitas Negeri Manado" dapat dilakukan dengan fokus yang jelas dan hasil

yang dapat dipertanggungjawabkan. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Design Science Research (DSR)* yang difokuskan pada perancangan dan validasi kerangka konseptual *Knowledge-Based System (KBS)*, bukan pada pembangunan sistem perangkat lunak atau aplikasi digital siap pakai.
2. Ruang lingkup dibatasi pada pengambilan keputusan alokasi anggaran berbasis kinerja di perguruan tinggi negeri.
3. Indikator kinerja yang digunakan dibatasi pada perspektif *Balanced Scorecard (BSC)*, yaitu perspektif keuangan, proses internal, serta pembelajaran dan pertumbuhan, sesuai dengan relevansinya dalam konteks tata kelola anggaran perguruan tinggi negeri.
4. Pengambilan keputusan dalam penganggaran difokuskan pada aspek alokasi dan prioritas, bukan pada keseluruhan siklus pengelolaan anggaran seperti perencanaan jangka panjang, penyerapan, atau pelaporan anggaran.
5. Metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)* digunakan untuk membantu memproses dan memberi bobot pada preferensi pakar atau indikator kinerja, dengan asumsi data dan masukan berasal dari hasil studi kasus terbatas dan validasi pakar.
6. Studi kasus dan validasi model dibatasi pada satu atau dua perguruan tinggi negeri sebagai representasi untuk mengevaluasi relevansi dan kelayakan kerangka yang diusulkan, tanpa dimaksudkan untuk generalisasi lintas institusi secara luas.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Merancang kerangka *Knowledge-Based System* (KBS) yang dapat mendukung proses pengambilan keputusan dalam penganggaran berbasis kinerja di perguruan tinggi negeri.
2. Mengintegrasikan kerangka *Balanced Scorecard* (BSC) ke dalam sistem pengetahuan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan indikator kinerja yang relevan dalam proses penganggaran.
3. Menerapkan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dalam proses inferensi sistem untuk menghasilkan keputusan alokasi anggaran yang lebih rasional dan adaptif terhadap ketidakpastian.
4. Mengevaluasi validitas dan kelayakan model kerangka sistem yang diusulkan, baik dari sisi konseptual maupun aplikatif, dalam konteks penganggaran berbasis kinerja di perguruan tinggi negeri.
5. Memperkuat Tata Kelola Keuangan Universitas untuk mendukung perbaikan sistem tata kelola keuangan universitas yang lebih terstruktur dan berbasis teknologi.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memuat berbagai manfaat yang dapat dikelompokkan menjadi beberapa kategori:

##### 1.5.1 Manfaat Akademik

1. Kontribusi Ilmu Pengetahuan: Penelitian ini menambah literatur terkait penerapan KBS dalam bidang manajemen keuangan dan penganggaran berbasis kinerja, khususnya di sektor pendidikan tinggi.
2. Referensi Studi Lanjut: Hasil penelitian dapat menjadi dasar bagi penelitian lanjutan, baik untuk memperbaiki model KBS yang digunakan maupun untuk mengeksplorasi penerapan serupa di institusi lainnya.

#### 1.5.2 Manfaat Praktis

1. Efisiensi Proses Penganggaran: Implementasi KBS dapat mengotomatisasi proses penganggaran yang selama ini dilakukan secara manual, mengurangi waktu dan biaya yang diperlukan dalam penyusunan anggaran.
2. Akurasi dan Konsistensi: Sistem berbasis pengetahuan memungkinkan pembuatan anggaran yang lebih akurat dan konsisten karena didasarkan pada data kinerja yang terstruktur dan berbasis aturan yang jelas.
3. Pengambilan Keputusan yang Lebih Baik: Dengan KBS, pihak universitas dapat memperoleh rekomendasi anggaran yang lebih rasional dan sesuai dengan tujuan kinerja, sehingga mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik.

#### 1.5.3 Manfaat untuk Universitas Negeri Manado

1. Peningkatan Tata Kelola Keuangan: Sistem ini membantu meningkatkan transparansi dan akuntabilitas dalam pengelolaan anggaran berbasis kinerja.

2. Dukungan untuk Akreditasi dan Penilaian Kinerja: Dengan sistem penganggaran yang lebih baik, universitas dapat memperkuat posisinya dalam akreditasi institusi dan evaluasi kinerja yang dilakukan oleh pihak eksternal.
3. Optimalisasi Sumber Daya: Implementasi KBS memungkinkan pengalokasian anggaran yang lebih optimal sesuai dengan prioritas strategis universitas.

#### 1.5.4 Manfaat Sosial

1. Peningkatan Kualitas Pendidikan: Dengan anggaran yang lebih terencana dan terukur, universitas dapat meningkatkan kualitas layanan pendidikan yang diberikan kepada mahasiswa dan masyarakat.
2. Inspirasi Bagi Institusi Lain: Hasil penelitian dapat menjadi inspirasi atau model bagi universitas lain yang ingin menerapkan sistem serupa.

#### 1.5.5 Manfaat Teknologi

1. Peningkatan Kompetensi Teknologi: Universitas dapat menjadi pionir dalam adopsi teknologi KBS untuk manajemen keuangan di lingkungan pendidikan tinggi.
2. Transfer Pengetahuan: Pengembangan KBS membuka peluang bagi peningkatan kemampuan staf universitas dalam mengelola teknologi berbasis AI dan sistem berbasis pengetahuan.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Sebagai langkah awal, penelitian ini akan mengulas teori-teori dasar yang mendasari topik yang sedang diteliti. Sebelum memulai penelitian, dilakukan lebih dahulu studi pustaka dari penelitian-penelitian terdahulu yang memberikan wawasan penting dan menjadi dasar dalam memahami masalah yang akan dibahas, sekaligus membantu dalam membangun kerangka teoritis yang kokoh. Berbagai pendekatan dan temuan yang telah ada sebelumnya dikaji untuk mengidentifikasi kekosongan yang mungkin ada dan kemudian menentukan kontribusi yang dapat diberikan oleh penelitian ini.

Tinjauan Pustaka ini disusun berdasarkan prinsip umum ke khusus, yang meliputi pembahasan mendasar mengenai Penganggaran Berbasis Kinerja, kemudian kerangka pengukuran kinerja (BSC), metode kuantifikasi (Fuzzy AHP), hingga kepada implementasi sistem cerdas (KBS) menggunakan metodologi pengembangan sistem (DSR).

##### 2.1.1 Konsep Dasar Penganggaran Berbasis Kinerja (PBK)

Penganggaran Berbasis Kinerja merupakan pendekatan manajemen keuangan yang menghubungkan alokasi sumber daya dengan capaian hasil (*output* dan *outcome*) dari program atau kegiatan organisasi, bukan sekadar berdasarkan pos-pos belanja (*line-item*) (Wardana, 2020). PBK menekankan pada konsep *value*

*for money*, meliputi aspek ekonomis, efisiensi, dan efektivitas belanja publik (Susanto, 2023). Implementasi PBK bertujuan untuk meningkatkan transparansi, akuntabilitas, dan fleksibilitas manajerial, yang mana hal ini penting untuk mencapai sasaran strategis secara holistik (Rosa, 2025).

Walaupun secara konseptual menjanjikan, tantangan utama dalam PBK terletak pada penentuan standar biaya dan indikator kinerja yang akurat serta konsisten, dan juga objektivitas dalam mengalokasikan dana berdasarkan evaluasi kinerja yang seringkali bersifat kualitatif atau ambigu (Ummam, 2023). Tantangan inilah yang membutuhkan solusi berbasis teknologi cerdas, seperti *Knowledge-Based System*.

#### 2.1.2 *Balanced Scorecard* (BSC) sebagai Kerangka Pengukuran Kinerja

Untuk mengatasi subjektivitas dalam pengukuran kinerja PBK, diperlukan kerangka terstruktur seperti *Balanced Scorecard* (BSC). BSC yang diperkenalkan oleh Kaplan dan Norton, mentransformasi visi dan strategi organisasi menjadi serangkaian ukuran kinerja yang berimbang dari empat perspektif: Keuangan, Pelanggan, Proses Internal, dan Pembelajaran & Pertumbuhan (Kafunda, 2024).

BSC tidak hanya berfungsi sebagai alat ukur, tetapi juga sebagai alat komunikasi strategi, yang sangat ideal untuk menjadi basis pengetahuan dalam KBS untuk penganggaran. Penelitian menunjukkan bahwa integrasi BSC mampu menyediakan indikator yang lebih komprehensif untuk evaluasi kinerja, yang kemudian dapat dihubungkan dengan keputusan alokasi anggaran (Zami, 2024).

### 2.1.3 Kuantifikasi Bobot Strategis Menggunakan AHP dan *Fuzzy Logic*

Untuk memastikan alokasi anggaran benar-benar mencerminkan prioritas strategis BSC, diperlukan metode *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) untuk menentukan bobot strategis dari setiap perspektif dan KPI.

1. Integrasi BSC dan AHP: *Analytical Hierarchy Process* (AHP) digunakan untuk menghitung bobot relatif setiap perspektif dan KPI BSC melalui perbandingan berpasangan oleh pakar (Fuadi, 2022). Penggunaan AHP menjamin bahwa prioritas yang dimasukkan ke dalam sistem memiliki dasar matematis dan konsistensi logis, yang krusial untuk otomatisasi keputusan anggaran (Bo Yang, 2022).
2. Integrasi BSC dan Fuzzy Logic: *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) atau Logika Fuzzy secara umum digunakan untuk mengatasi ambiguitas atau ketidakpastian (*fuzziness*) dalam penilaian kinerja kualitatif atau data yang tidak presisi (Jui-Te Chiang, 2020). Dengan Fuzzy, KBS dapat memproses input kinerja yang bersifat linguistik (misalnya, "Sangat Baik," "Cukup") menjadi nilai kuantitatif yang jelas untuk inferensi alokasi anggaran. Penelitian menunjukkan FAHP efektif dalam menentukan prioritas perspektif BSC dengan tingkat ketidakpastian.

### 2.1.4 *Knowledge-Based System* (KBS) untuk Otomatisasi Penganggaran

KBS adalah sistem informasi yang menggunakan representasi pengetahuan (*knowledge base*) dan mekanisme penalaran (*inference engine*) untuk memecahkan masalah kompleks yang biasanya membutuhkan keahlian manusia (Fariz-Salinas,

2025). Dalam konteks penganggaran berbasis kinerja, KBS dapat mengotomatisasi proses inferensi:

1. Basis Pengetahuan: Menyimpan bobot strategis BSC yang dihasilkan dari Fuzzy AHP dan aturan alokasi anggaran (misalnya, *Jika Kinerja KPI A > 90% dan Bobotnya Tinggi, alokasikan Anggaran X*).
2. Mesin Inferensi: Secara otomatis memproses data kinerja aktual, membandingkannya dengan aturan, dan merekomendasikan alokasi atau penyesuaian anggaran secara *real-time*.

Penggunaan KBS dapat meningkatkan konsistensi dan kecepatan proses PBK, mengurangi bias subjektif yang berasal dari keputusan manajer, dan memastikan alokasi anggaran selaras dengan strategi yang telah ditetapkan dalam BSC (Sejati, 2024).

#### 2.1.5 Metodologi *Design Science Research* (DSR)

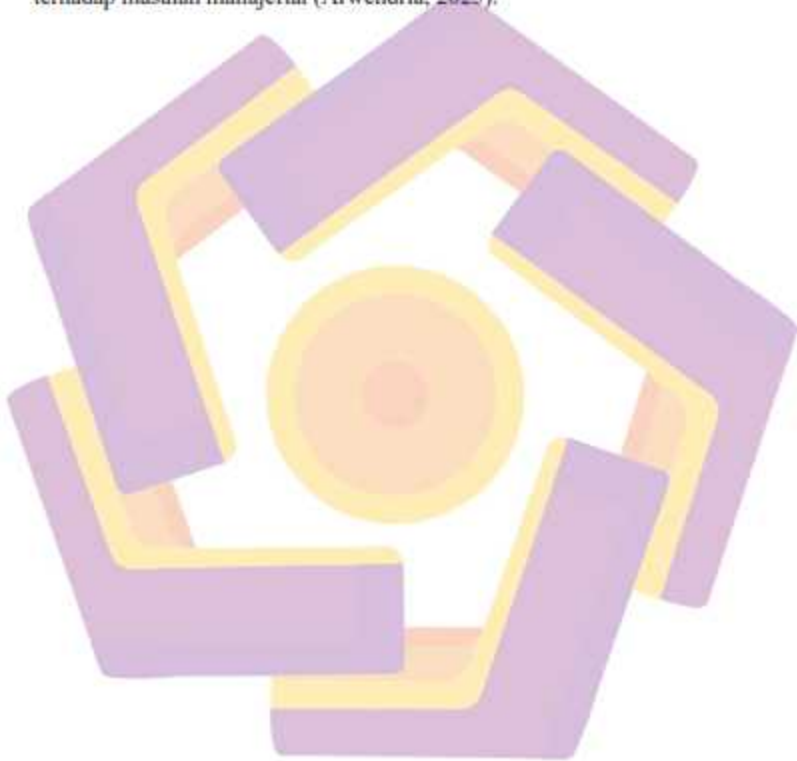
Pengembangan sistem informasi yang menghasilkan artefak fungsional, seperti KBS, paling tepat menggunakan kerangka *Design Science Research* (DSR). DSR merupakan metodologi yang bertujuan untuk memperluas batas pengetahuan dengan menciptakan artefak inovatif dan fungsional (konstruk, model, metode, atau instansiasi) untuk memecahkan masalah praktis (Arwendria, 2025).

Penelitian ini menggunakan DSR untuk:

1. Justifikasi Kebutuhan: Mengidentifikasi masalah dalam PBK yang tidak efisien.
2. Perancangan Artefak: Mendesain model dan arsitektur KBS (mengintegrasikan BSC + Fuzzy AHP).

3. **Demonstrasi dan Evaluasi:** Membangun prototipe dan memvalidasi artefak KBS tersebut melalui studi kasus dan penilaian oleh pakar.

Dengan DSR, penelitian ini tidak hanya menghasilkan temuan akademis, tetapi juga solusi teknologi yang dapat diterapkan dan dievaluasi kontribusinya terhadap masalah manajerial (Arwendria, 2025).



## 2.2 Keaslian Penelitian

Tabel Matriks literatur review dan posisi penelitian  
Implementasi *Knowledge-Based System* Untuk Mengotomatisasi Penganggaran Berbasis Kinerja

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti, Tahun, Index	Metode Penelitian	Hasil	Keunggulan dan Kelemahan	Perbandingan
1	Penentuan Prioritas Perspektif Balanced Scorecard Dengan <i>Fuzzy Analytical Hierarchy Process</i> Sebagai Bahan Pertimbangan Keputusan	Muhammad Reza Kusuma Wardana, Nita Salsabila Sulistiani, Yuniaristanto, 2020	BSC dan FAHP (Fuzzy Logic).	Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP), penelitian tersebut berhasil menetapkan urutan prioritas dari empat perspektif BSC. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa Perspektif Pelanggan menempati posisi prioritas utama dengan nilai bobot tertinggi sebesar 0,61. Angka ini menunjukkan dominasi yang sangat signifikan dibandingkan perspektif lainnya, yang mengindikasikan bahwa kepuasan dan loyalitas pelanggan	Keunggulan: Mampu mengatasi ketidakpastian dalam penilaian pakar ( <i>fuzziness</i> ). Kelemahan: Output masih berupa model kuantifikasi, belum diintegrasikan ke dalam sistem pengambilan keputusan yang besar.	Perbandingannya terletak pada fokus penggunaan metode Kuantifikasi FAHP. Tesis ini menggunakan FAHP sebagai Mesin Inferensi dalam arsitektur KBS yang dikembangkan melalui metodologi DSR.

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti, Tahun, Index	Metode Penelitian	Hasil	Keunggulan dan Kelemahan	Perbandingan
				<p>adalah penggerak utama dalam pengambilan keputusan strategis objek penelitian tersebut.</p> <p>Selanjutnya, Perspektif Pembelajaran dan Pertumbuhan menempati peringkat kedua dengan nilai bobot 0,22, disusul oleh Perspektif Proses Bisnis Internal dengan nilai 0,10, Sementara itu, Perspektif Keuangan berada pada posisi terakhir dengan nilai bobot terendah, yaitu 0,069.</p> <p>Secara keseluruhan, hasil kuantitatif ini membuktikan bahwa pengintegrasian <i>Fuzzy Logic</i> ke dalam AHP mampu memberikan hasil pembobotan yang lebih presisi dalam mengukur kepentingan relatif antar-perspektif, di mana keberhasilan organisasi tidak</p>		

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti, Tahun, Index	Metode Penelitian	Hasil	Keunggulan dan Kelemahan	Perbandingan
				hanya diukur dari hasil akhir finansial, tetapi lebih berfokus pada penguatan aspek pelanggan dan pengembangan sumber daya manusia sebagai fondasi utama.		
2	Using Interpretive Structural Modeling for the Implementation of the Balanced Scorecard to Support Evaluation and Decision-Making in the Performance	Jean-Claude Muditu Kafunda, 2024	menggunakan Interpretive Structural Modeling (ISM) untuk memetakan hubungan hierarkis antar-indikator dalam	Model implementasi BSC yang terstruktur dan hirarkis menggunakan <i>Interpretive Structural Modeling</i> (ISM) untuk menentukan hubungan kausal antar perspektif BSC. Hasil analisis ISM dan MICMAC menunjukkan bahwa indikator Learning and Growth bertindak sebagai fondasi utama dengan nilai Driving Power mencapai 100%. Sebaliknya, perspektif Keuangan memiliki Dependence Power sebesar 80-90%, yang menegaskan	Keunggulan: Menghasilkan model terstruktur (ISM) untuk BSC, mendukung decision-making. Kelemahan: Fokus pada struktur kausalitas model, bukan otomatisasi inferensi penganggaran dengan KBS/Fuzzy AHP.	Penelitian dari jurnal ini menggunakan ISM (pemodelan struktural). Tesis ini menggunakan AHP Fuzzy (pembobotan kuantitatif) yang dimasukkan ke dalam KBS untuk Otomatisasi PBK.

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti, Tahun, Index	Metode Penelitian	Hasil	Keunggulan dan Kelemahan	Perbandingan
	Management of Telecommunications Services of a Public Operator		Balanced Scorecard (BSC)	fungsinya sebagai hasil akhir (output) bukan penggerak. Pemodelan ini secara kuantitatif membuktikan bahwa intervensi anggaran pada 20% indikator kunci (SDM dan Teknologi) mampu memengaruhi 80% total performa organisasi melalui struktur kausalitas yang terbagi dalam 5 hingga 7 level hierarki.		
3	Quantitative Evaluation of Cloud Elasticity based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process	So Bo Yang, Fan Zhang, Samec U. Khan, 2022	Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP), Penelitian Kuantitatif,	Model kuantitatif untuk mengevaluasi elastisitas layanan cloud menggunakan FAHP untuk menentukan bobot kriteria. Evaluasi elastisitas layanan cloud dilakukan dengan mengonversi parameter teknis yang samar menjadi nilai numerik yang terukur melalui	Keunggulan: Menggunakan FAHP (metode kunci tesis Anda) untuk evaluasi multidimensi. Kelemahan: Domain sangat berbeda ( <i>Cloud Computing</i> ); tidak ada	Perbandingan terletak pada FAHP di domain IT/Cloud. Tesis Anda menggunakan Fuzzy AHP sebagai Mesin Kuantifikasi yang diintegrasikan dengan BSC dalam KBS untuk masalah Penganggaran PBK.

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti, Tahun, Index	Metode Penelitian	Hasil	Keunggulan dan Kelemahan	Perbandingan
			Model Evaluasi.	<p>metode Fuzzy AHP. Berikut adalah rincian hasil kuantitatifnya:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bobot Kriteria Evaluasi: Melalui proses pembobotan hierarki, penelitian ini menetapkan bahwa Akurasi Elastisitas merupakan kriteria paling kritis dengan bobot sebesar 0,46, diikuti oleh Waktu Skalabilitas dengan bobot 0,31, dan Efisiensi Biaya sebesar 0,22. Angka ini menunjukkan bahwa ketepatan penyediaan sumber daya dianggap jauh lebih penting daripada sekadar kecepatan dalam sistem <i>cloud</i>.</li> <li>2. Skor Akhir Performa Vendor: Berdasarkan model evaluasi tersebut, Ali Cloud memperoleh</li> </ol>	<p>integrasi BSC; dan tidak bertujuan untuk otomatisasi Penganggaran Berbasis Kinerja.</p>	

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti, Tahun, Index	Metode Penelitian	Hasil	Keunggulan dan Kelemahan	Perbandingan
				<p>skor indeks elastisitas tertinggi sebesar 0,892, mengungguli Tencent Cloud yang memperoleh skor 0,815, dan Huawei Cloud dengan skor 0,78.</p> <p>3. Validasi dengan Metrik SPEC Cloud: Secara kuantitatif, model Fuzzy AHP ini divalidasi dengan pengujian nyata yang menunjukkan tingkat korelasi (kedekatan hasil) di atas 90% dengan standar industri SPEC Cloud. Hal ini membuktikan bahwa metode tersebut sangat akurat dalam memprediksi performa elastisitas sistem.</p> <p>4. Reduksi Ketidakpastian: Penggunaan <i>fuzzy set</i> berhasil</p>		

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti, Tahun, Index	Metode Penelitian	Hasil	Keunggulan dan Kelemahan	Perbandingan
				mencan margin kesalahan (subjektivitas penilai) hingga di bawah 5%, yang menjamin hasil evaluasi tetap konsisten meskipun dilakukan pada lingkungan <i>cloud</i> yang memiliki beban kerja ( <i>workload</i> ) yang sangat dinamis.		
4	Definition of potential sites to implement urban rainwater harvesting systems in water-stressed cities by integrating GIS and AHP tools	Edwin Alexis Fariz-Salinas, Jawer David Acuña-Bedoya, Roxana Ivonne Fonseca Rodriguez, Thalia Turrén-Cruz,	Integrasi GIS dan AHP, Multi-Criteria Decision Making (MCDM).	Model spasial yang mengidentifikasi lokasi potensial terbaik untuk panen air hujan di perkotaan menggunakan AHP untuk pembobotan kriteria GIS. Efektivitas penentuan lokasi pemanenan air hujan diukur melalui integrasi GIS dan metode AHP yang menghasilkan data kuantitatif sebagai berikut: 1. Prioritas Parameter Keputusan: Melalui perhitungan AHP,	Keunggulan: Menggunakan AHP untuk MCDM dalam masalah alokasi sumber daya. Kelemahan: Domain berbeda (Geospasial/Air); tidak ada integrasi BSC; dan bukan KBS untuk otomatisasi Penganggaran PBK.	Letak perbedaan ada pada AHP dan GIS di domain Pengelolaan Air. Tesis Anda fokus pada KBS yang mengintegrasikan AHP dan BSC untuk masalah Penganggaran PBK.

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti, Tahun, Index	Metode Penelitian	Hasil	Keunggulan dan Kelemahan	Perbandingan
		Miguel Angel López Zavala, 2025		<p>variabel Curah Hujan ditetapkan sebagai faktor penentu utama dengan bobot sebesar 0,42 (42%), yang dinilai jauh lebih signifikan dibandingkan faktor Tutupan Lahan (0,28) dan Kemiringan Lereng (0,15).</p> <p>2. Identifikasi Area Strategis: Hasil pemetaan menunjukkan bahwa hanya 18% dari keseluruhan wilayah kota yang dikategorikan sebagai area dengan potensi sangat tinggi. Angka ini memberikan dasar bagi pemerintah untuk melakukan alokasi anggaran yang lebih fokus dan efisien pada titik-titik krusial tersebut.</p>		

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti, Tahun, Index	Metode Penelitian	Hasil	Keunggulan dan Kelemahan	Perbandingan
				<p>3. Dampak Kinerja Sistem: Secara kuantitatif, implementasi pada area yang direkomendasikan sistem diproyeksikan mampu menyuplai kebutuhan air non-domestik kota hingga 40%, yang secara langsung mengurangi beban ketergantungan pada sumber air utama di wilayah krisis.</p> <p>4. Validitas Pengambilan Keputusan: Model ini dinyatakan valid secara statistik karena memiliki <i>Consistency Ratio (CR)</i> sebesar 0,07, yang berada di bawah ambang batas maksimal 0,10. Hal ini membuktikan bahwa logika preferensi yang digunakan dalam</p>		

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti, Tahun, Index	Metode Penelitian	Hasil	Keunggulan dan Kelemahan	Perbandingan
				sistem bersifat konsisten dan objektif.		
5	The collaborative approaches of the knowledge-based performance management system and lean six sigma to improve contractor productivity and safety performances	Rahadian Haryo Bayu Sejati, Dermawan Wibisono, Akbar Adhiutama, 2024	<i>System Modeling</i> , Studi Kasus, Kualitatif Kuantitatif (Gabungan).	Kerangka kerja integrasi <i>Knowledge-Based Performance Management System</i> (KBPMS) dan <i>Lean Six Sigma</i> untuk meningkatkan kinerja kontraktor (produktivitas dan keselamatan), kolaborasi antara <i>Knowledge-Based Performance Management System</i> (KBPMS) dan <i>Lean Six Sigma</i> (LSS) dievaluasi secara kuantitatif untuk mengukur peningkatan produktivitas dan keselamatan kerja kontraktor dengan hasil sebagai berikut: 1. Peningkatan Produktivitas: Penerapan sistem kolaboratif ini berhasil meningkatkan	Keunggulan: Sangat relevan karena menggunakan Sistem Berbasis Pengetahuan (KBS) untuk manajemen kinerja. Kelemahan: Fokus pada Lean Six Sigma dan domain konstruksi/keselamatan; tidak menggunakan DSR; dan tidak berfokus pada otomatisasi Penganggaran Berbasis Kinerja dengan BSC/Fuzzy AHP.	Perbandingannya ada pada KBPMS di domain Konstruksi/Lean. Tesis Anda fokus pada KBS yang menggunakan DSR dan BSC+Fuzzy AHP untuk masalah Penganggaran PBK.

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti, Tahun, Index	Metode Penelitian	Hasil	Keunggulan dan Kelemahan	Perbandingan
				<p>produktivitas kontraktor secara signifikan, yang dibuktikan dengan penurunan waktu tunggu (<i>waiting time</i>) sebesar 25-30% melalui eliminasi pemborosan (<i>waste</i>) yang diidentifikasi oleh sistem pengetahuan.</p> <p>2. Peningkatan Level Kualitas (Sigma): Secara kuantitatif, metrik kualitas operasional mengalami kenaikan dari level 3.2 Sigma menjadi 3.8 Sigma. Angka ini merepresentasikan pengurangan tingkat kecacatan proses atau kesalahan kerja yang cukup drastis dalam siklus proyek kontraktor.</p> <p>3. Kinerja Keselamatan (Safety): Evaluasi kinerja keselamatan</p>		

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti, Tahun, Index	Metode Penelitian	Hasil	Keunggulan dan Kelemahan	Perbandingan
				<p>menunjukkan penurunan <i>Lost Time Injury Frequency Rate</i> (LTIFR) sebesar 15% setelah sistem cerdas ini digunakan untuk mengintegrasikan pengetahuan keselamatan ke dalam alur kerja harian secara <i>real-time</i>.</p> <p>4. Efisiensi Biaya Operasional: Integrasi KBPMS dan LSS memberikan dampak finansial berupa penghematan biaya operasional hingga 12% dari total anggaran proyek, berkat optimalisasi sumber daya dan koordinasi yang lebih baik berbasis data pengetahuan yang terstruktur.</p>		

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti, Tahun, Index	Metode Penelitian	Hasil	Keunggulan dan Kelemahan	Perbandingan
6	Designing educational strategies for experiential learning: An AHP-fuzzy logic case study at carleton university	Armin Mahmoodi, Mchdi Eshaghi, Jeremy Laliberte, 2025	Integrasi AHP dan Fuzzy Logic, Studi Kasus.	<p>Model kuantitatif untuk mengevaluasi dan merancang strategi pembelajaran eksperiensial di universitas menggunakan kombinasi AHP dan Fuzzy Logic untuk pembobotan kriteria.</p> <p>Efektivitas strategi pembelajaran eksperiensial di Carleton University dievaluasi menggunakan integrasi AHP dan Fuzzy Logic dengan hasil kuantitatif sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prioritas Strategi Pembelajaran: Hasil analisis menunjukkan bahwa kategori "Hands-on Projects" menempati urutan pertama sebagai strategi paling efektif dengan bobot kepentingan sebesar 0,38 (38,50%), mengungguli metode</li> </ol>	<p>Keunggulan: Menggunakan kombinasi AHP dan Fuzzy Logic (persis seperti yang Anda rencanakan) untuk MCDM.</p> <p>Kelemahan: Domain berbeda (Pendidikan/Strategi Belajar); tidak ada integrasi BSC; dan bukan KBS untuk otomatisasi Penganggaran PBK.</p>	<p>Perbandingannya jelas ada pada metode Fuzzy AHP di domain Pendidikan. Tesis Anda fokus pada KBS yang mengintegrasikan Fuzzy AHP dan BSC untuk masalah Penganggaran PBK.</p>

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti, Tahun, Index	Metode Penelitian	Hasil	Keunggulan dan Kelemahan	Perbandingan
				<p>magang (<i>internship</i>) dan simulasi laboratorium.</p> <p>2. Skor Kelayakan (Fuzzy Evaluation): Penggunaan <i>Fuzzy Logic</i> menghasilkan skor evaluasi keseluruhan sebesar 0,74 pada skala 0 hingga 1. Angka ini menunjukkan bahwa strategi yang diusulkan masuk dalam kategori "Sangat Layak" dan efektif untuk diterapkan secara luas di kurikulum teknik.</p> <p>3. Konsistensi Pengambilan Keputusan: Penentuan prioritas kriteria dilakukan dengan tingkat akurasi yang tinggi, dibuktikan dengan nilai <i>Consistency Ratio</i> (CR) sebesar 0,06. Angka ini jauh</p>		

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti, Tahun, Index	Metode Penelitian	Hasil	Keunggulan dan Kelemahan	Perbandingan
				<p>di bawah ambang batas 0,10, yang berarti preferensi dalam strategi pendidikan ini bersifat konsisten secara matematis.</p> <p>4. Dampak Kognitif Mahasiswa: Secara kuantitatif, penerapan model ini diproyeksikan mampu meningkatkan keterlibatan praktis mahasiswa hingga 22% dibandingkan dengan metode pembelajaran tradisional berbasis teori saja.</p>		

Citation for Table AMIKOM

## 2.3 Landasan Teori

Landasan teori ini memuat konsep dan prinsip dasar dari pilar-pilar utama yang menjadi kerangka pemecahan masalah dalam penelitian ini.

### 2.3.1 Penganggaran Berbasis Kinerja

Penganggaran Berbasis Kinerja atau *Performance-Based Budgeting* (PBB) adalah sistem penganggaran yang menyusun alokasi dana pemerintah atau organisasi berdasarkan hasil kerja (*performance*) atau manfaat (*output* dan *outcome*) yang diharapkan, bukan sekadar berdasarkan jenis belanja (*line-item*) (Khofi, 2025).

Tujuan Utama PBB:

1. Menciptakan hubungan yang jelas antara dana yang dialokasikan dengan kinerja yang dihasilkan.
2. Meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan akuntabilitas penggunaan sumber daya.

Kebutuhan Otomatisasi:

Proses PBB seringkali rumit karena melibatkan banyak indikator dan penilaian kinerja yang subjektif. Otomatisasi diperlukan untuk memastikan konsistensi, kecepatan, dan objektivitas dalam menghubungkan hasil kinerja dengan keputusan alokasi anggaran (Wardana, 2020).

### 2.3.2 *Knowledge-Based System* (KBS)

KBS atau Sistem Berbasis Pengetahuan adalah suatu sistem informasi yang menggunakan pengetahuan dan prosedur inferensi untuk memecahkan masalah yang cukup sulit sehingga membutuhkan keahlian dan pengetahuan manusia

(Hartati, 2021). KBS bertindak sebagai sistem pakar yang mereplikasi proses berpikir expert di bidang penganggaran.

Komponen Arsitektur KBS: KBS terdiri dari tiga komponen utama:

1. Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*): Berisi fakta, aturan (*rules*), dan heuristik (pengetahuan ahli) yang terkait dengan alokasi anggaran dan bobot kinerja (misalnya, hasil Fuzzy AHP).
2. Mesin Inferensi (*Inference Engine*): Komponen inti yang menjalankan proses penalaran. Ia memproses data kinerja aktual berdasarkan aturan yang ada di Basis Pengetahuan untuk menghasilkan rekomendasi alokasi anggaran secara otomatis.
3. Akuisisi Pengetahuan (*Knowledge Acquisition*): Proses pengumpulan, validasi, dan representasi pengetahuan dari pakar domain (misalnya, manajer keuangan/perencanaan).

**Peran dalam Penganggaran:** Dalam tesis ini, KBS digunakan untuk mengotomatisasi Mesin Inferensi, di mana keputusan alokasi anggaran bukan lagi manual, tetapi didasarkan pada logika terstruktur yang dibentuk oleh model BSC + Fuzzy AHP.

### 2.3.3 Kerangka Pengukuran Kinerja dan Kuantifikasi

1. *Balanced Scorecard* (BSC)

*Balanced Scorecard* (BSC) adalah kerangka kerja manajemen strategis yang mengukur kinerja organisasi dari empat perspektif seimbang, yang menghubungkan tujuan strategis dengan pengukuran operasional (Mujito, 2025).

- 1) Keuangan (*Financial*): Bagaimana organisasi terlihat oleh pemegang saham.
- 2) Pelanggan (*Customer*): Bagaimana organisasi terlihat oleh pelanggan.
- 3) Proses Internal (*Internal Process*): Apa yang harus unggul dilakukan organisasi.
- 4) Pembelajaran dan Pertumbuhan (*Learning and Growth*): Bagaimana organisasi dapat mempertahankan kemampuan untuk berubah dan berkembang.

BSC berfungsi sebagai kerangka logis dan Basis Pengetahuan yang menyediakan indikator kinerja multidimensi untuk menjadi dasar PBB. Di bawah ini merupakan Gambaran framework dari BSC.



Gambar 1. Framework BSC

## 2. Analytical Hierarchy Process (AHP)

*Analytical Hierarchy Process* (AHP) adalah metode *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. AHP digunakan untuk:

- 1) Dekonstruksi Masalah: Memecah masalah kompleks (seperti penentuan prioritas strategi BSC) menjadi hirarki elemen yang lebih kecil (perspektif, KPI).
- 2) Pembobotan Kriteria: Menentukan bobot relatif setiap kriteria (perspektif BSC) melalui perbandingan berpasangan (Buse Duygu Dağdır, 2024).

AHP menghasilkan nilai bobot yang konsisten yang kemudian dimasukkan ke dalam Basis Pengetahuan KBS sebagai faktor kunci dalam formula alokasi anggaran.

Fuzzy Logic adalah cabang matematika yang menangani penalaran yang tidak pasti atau ambiguitas data, memungkinkan representasi nilai kebenaran parsial antara *benar mutlak* dan *salah mutlak*.

- 1) Penerapan di PBK: Logika Fuzzy, seringkali dalam bentuk Fuzzy AHP (FAHP), digunakan untuk memproses input penilaian kinerja yang bersifat linguistik atau samar (misalnya, kinerja "Sedikit Baik" atau "Sangat Tinggi") menjadi nilai kuantitatif yang dapat diolah oleh Mesin Inferensi (Bo Yang, 2022).
- 2) Keuntungan: Penggunaan Fuzzy Logic dalam KBS membuat sistem lebih toleran terhadap input data kinerja yang tidak presisi, meningkatkan keakuratan inferensi anggaran.

Proses inti AHP adalah pembentukan matriks perbandingan berpasangan  $A$  berukuran  $n \times n$ . Jika terdapat  $n$  kriteria, maka setiap elemen  $a_{ij}$  mewakili tingkat kepentingan relatif kriteria  $i$  terhadap kriteria  $j$ .

$$\begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Nilai  $a_{ij}$  ditentukan berdasarkan skala kepentingan 1–9 menurut Saaty. Apabila kriteria  $i$  memiliki nilai kepentingan 5 terhadap kriteria  $j$ , maka  $a_{ij} = 5$  dan secara otomatis  $a_{ji} = 1/5 = 0,2$ .

Empat perspektif dalam *Balanced Scorecard* (Keuangan, Pelanggan, Proses Bisnis Internal, serta Pembelajaran dan Pertumbuhan) didasarkan pada kerangka kerja yang dikembangkan oleh Kaplan dan Norton (1996) untuk menyelaraskan aktivitas bisnis dengan visi organisasi (Norton, n.d.).

Untuk memastikan penilaian pakar logis (tidak asal-asalan), dilakukan uji konsistensi menggunakan rumus:

1) Consistency Index (CI):

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1}$$

Di mana  $\lambda_{maks}$  adalah nilai eigen terbesar dan  $n$  adalah jumlah kriteria.

2) Consistency Ratio (CR):

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Di mana  $RI$  adalah Random Index (nilai standar Saaty). Syarat validitas adalah  $CR \leq 0,10$ ,

Metode perhitungan konsistensi menggunakan *Consistency Ratio (CR)* didasarkan pada ketentuan Saaty (1980), di mana rasio yang dapat diterima untuk menjaga validitas penilaian pakar adalah  $CR \leq 0,10$  (Saaty, 1980).

### 3. Perhitungan Pembobotan

Pembobotan dalam penelitian ini dilakukan melalui sintesis data yang diperoleh dari pakar dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) **Normalisasi Matriks:** Menjumlahkan elemen pada setiap kolom matriks perbandingan, kemudian membagi setiap elemen sel dengan total kolom yang bersangkutan.
- 2) **Perhitungan Bobot Lokal ( $w_i$ ):** Menghitung nilai rata-rata dari setiap baris pada matriks yang telah dinormalisasi untuk mendapatkan bobot relatif antar indikator dalam satu kelompok.
- 3) **Perhitungan Bobot Global ( $W_{Global}$ ):** Mengalikan bobot lokal IKU dengan bobot perspektif induknya. Rumus ini krusial untuk menentukan prioritas akhir indikator dalam sistem:

$$W_{Global} = W_{Lokal\_IKU} \times W_{Perspektif}$$

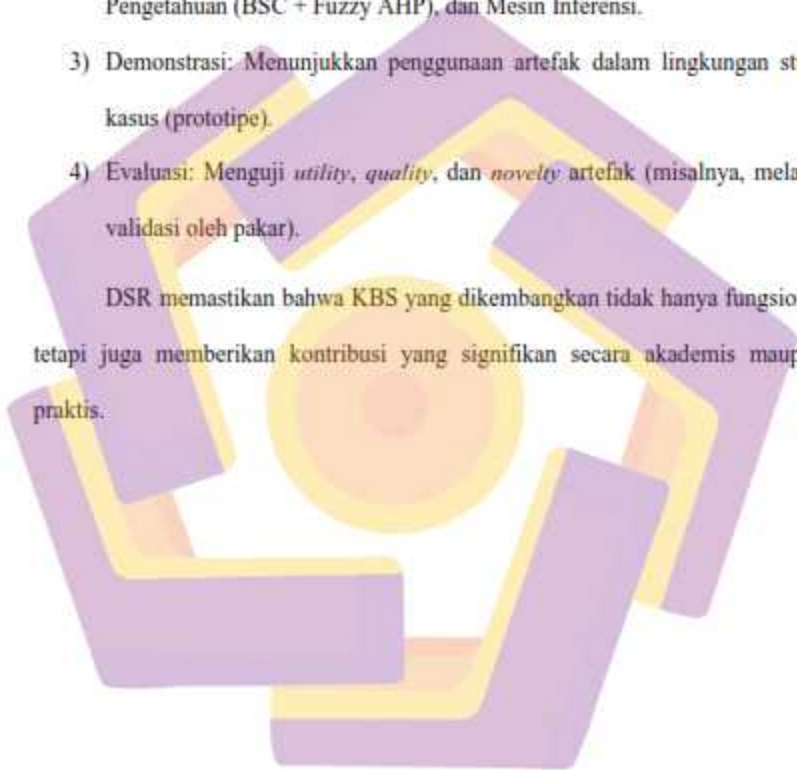
### 4. Metodologi *Design Science Research (DSR)*

*Design Science Research (DSR)* adalah metodologi penelitian yang berfokus pada penciptaan dan evaluasi artefak yang bertujuan untuk memecahkan masalah praktis yang relevan dan penting (Arwendria, 2025). Artefak dalam tesis ini adalah *Knowledge-Based System (KBS)*.

Tahapan Kunci DSR: DSR umumnya melibatkan langkah-langkah berikut:

- 1) Identifikasi Masalah dan Motivasi: Mendefinisikan masalah (ketidakobjektifan dan inefisiensi PBK) dan membenarkan nilai solusi (artefak).
- 2) Desain dan Pengembangan Artefak: Mendesain arsitektur KBS, Basis Pengetahuan (BSC + Fuzzy AHP), dan Mesin Inferensi.
- 3) Demonstrasi: Menunjukkan penggunaan artefak dalam lingkungan studi kasus (prototipe).
- 4) Evaluasi: Menguji *utility*, *quality*, dan *novelty* artefak (misalnya, melalui validasi oleh pakar).

DSR memastikan bahwa KBS yang dikembangkan tidak hanya fungsional tetapi juga memberikan kontribusi yang signifikan secara akademis maupun praktis.



## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis, Sifat, dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian terapan (*applied research*). Penelitian terapan bertujuan untuk mengembangkan solusi atas permasalahan praktis, dalam hal ini otomatisasi penganggaran berbasis kinerja di lingkungan perguruan tinggi, dengan memanfaatkan kerangka *Knowledge-Based System* (KBS) yang dirancang secara sistematis.

Sifat dari penelitian ini adalah deskriptif dan rekayasa (*design-oriented research*). Deskriptif, karena penelitian ini menjelaskan secara sistematis proses identifikasi kebutuhan, analisis, dan perancangan sistem KBS yang relevan. Rekayasa, karena berfokus pada pengembangan dan validasi kerangka kerja (artefak) melalui pendekatan *Design Science Research* (DSR).

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah DSR. DSR digunakan untuk merancang, membangun, dan mengevaluasi artefak berupa kerangka KBS yang mengintegrasikan *Balanced Scorecard* (BSC) sebagai alat ukur kinerja dan Fuzzy AHP untuk pembobotan dan prioritas penganggaran. Pendekatan ini dilakukan dalam beberapa tahap utama:

1. Identifikasi dan formulasi masalah dalam konteks penganggaran berbasis kinerja.
2. Perancangan artefak (kerangka KBS) berdasarkan integrasi pendekatan BSC dan Fuzzy AHP.

3. Evaluasi dan validasi artefak, baik secara teknis maupun konseptual, melalui studi literatur, simulasi, atau validasi oleh pakar.

### 3.2 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data melalui wawancara dilakukan dalam bentuk diskusi kelompok kecil (*Focused Group Discussion/FGD*) yang melibatkan unsur pimpinan dan pengelola strategis yang terkait langsung dengan proses penganggaran berbasis kinerja. Pendekatan ini dipilih untuk memperoleh perspektif yang lebih komprehensif melalui interaksi antar peserta, sehingga memungkinkan klarifikasi, konfirmasi silang, dan pendalaman isu secara kolektif.

FGD dilaksanakan pada periode November s.d Desember 2025 di lingkungan Universitas Negeri Manado dengan jumlah peserta sebanyak 6-10 orang yang terdiri dari unsur pimpinan dalam hal ini wakil rector bidang Perencanaan, biro perencanaan, staf keuangan, dan unit penunjang akademik. Diskusi berlangsung selama kurang lebih 60–90 menit dengan menggunakan pedoman pertanyaan semi-terstruktur yang telah disiapkan sebelumnya.

Selama proses diskusi, peneliti bertindak sebagai moderator yang mengarahkan pembahasan sesuai fokus penelitian sekaligus melakukan pencatatan hasil diskusi. Data yang diperoleh kemudian dirangkum, dikategorikan, dan dianalisis menggunakan pendekatan analisis tematik untuk mengidentifikasi permasalahan utama, kebutuhan sistem, serta indikator kinerja yang relevan. Hasil FGD selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam proses akuisisi pengetahuan (*knowledge acquisition*) pada perancangan *Knowledge-Based System (KBS)*.

#### 3.2.1 Kriteria Pemilihan Responden

Responden wawancara dipilih menggunakan teknik purposive sampling, yaitu pemilihan informan berdasarkan pertimbangan bahwa mereka memiliki pengetahuan, kewenangan, dan pengalaman langsung dalam proses penganggaran dan evaluasi kinerja di perguruan tinggi negeri. Kriteria responden meliputi:

1. Memiliki jabatan struktural atau fungsional yang terkait dengan perencanaan dan pengelolaan anggaran.
2. Terlibat langsung dalam penyusunan RKA/RBA atau evaluasi IKU.
3. Memahami implementasi penganggaran berbasis kinerja di unit kerja masing-masing.
4. Bersedia memberikan informasi secara terbuka dan objektif.

### 3.2.2 Profil Responden

Responden dalam FGD ini terdiri dari unsur pimpinan dan pengelola strategis, antara lain seperti pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Profil Responden

No	Inisial Responden	Jabatan/Unit Kerja	Peran dalam Sistem
1	DM	Wakil Rektor Bid. Perencanaan	Pakar (Pencentu Bobot AHP)
2	VW	Kepala Biro Perencanaan	Pakar (Validasi Aturan KBS)
3	LS	Koordinator Bid. Perencanaan	Pakar (Validasi Aturan KBS)
4	Jl	Staf Ahli Bidang Anggaran	Pengguna (Uji Akseptansi)
5	IR	Admin Fakultas (Operator)	Pengguna (Uji Akseptansi)
6	QK	Kepala Unit Pelaksana Teknis (UPA)	Pengguna (Uji Akseptansi)

### 3.2.3 Tujuan

FGD dilakukan untuk:

1. Mengidentifikasi permasalahan aktual dalam penganggaran berbasis kinerja.
2. Menggali faktor subjektivitas dalam proses alokasi anggaran.
3. Memetakan indikator kinerja yang dianggap paling relevan.
4. Memvalidasi struktur Balanced Scorecard yang digunakan.
5. Mengumpulkan masukan terhadap perancangan aturan inferensi (*IF-THEN*) dalam KBS.
6. Menilai potensi penerapan sistem dalam konteks institusi.

#### 3.2.4 Kontribusi Data Wawancara terhadap Penelitian

Data yang diperoleh dari wawancara digunakan untuk:

1. Menyusun struktur indikator IKU dalam kerangka BSC.
2. Merancang aturan inferensi dalam *Knowledge-Based System*.
3. Memastikan bahwa model yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan riil institusi.
4. Mendukung validasi konseptual terhadap sistem yang diusulkan.

Pertanyaan yang diajukan saat dilaksanakannya FGD ini mengacu pada tahapan penentuan indikator yang memuat poin tanya seperti pada tabel 2 di bawah ini,

Tabel 2. Pedoman Pertanyaan FGD Penentuan IKU & AHP

Bagian	Daftar Pertanyaan Diskusi Pakar
Identifikasi Indikator	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Indikator apa saja yang paling relevan untuk mendukung penganggaran berbasis kinerja?</li> <li>2. Apakah keempat perspektif BSC sudah mewakili kebutuhan penganggaran universitas?</li> <li>3. Apakah terdapat indikator tambahan yang perlu dimasukkan?</li> </ol>

Penentuan Prioritas	4. Perspektif mana yang paling menentukan dalam alokasi anggaran? 5. Apakah perspektif keuangan lebih dominan dibanding perspektif lain?
Pairwise Comparison	6. Antara Perspektif Keuangan dan Pelanggan, mana lebih penting? 7. Antara Proses Internal dan Pembelajaran & Pertumbuhan, mana lebih prioritas? 8. Seberapa besar tingkat kepentingannya (skala 1–9)?
Validasi Logika	9. Apakah hasil pembobotan mencerminkan prioritas strategis universitas? 10. Apakah bobot ini dapat dijadikan dasar dalam sistem otomatisasi anggaran?

Dalam penelitian ini, data primer dikumpulkan melalui dua metode utama, yaitu kuesioner dan observasi lapangan. Kedua metode ini saling melengkapi dan memberikan landasan yang kuat untuk merancang sistem berbasis pengetahuan yang mampu secara akurat dan realistis mewakili proses pengambilan keputusan penganggaran.

Kuesioner dalam penelitian ini digunakan untuk memperoleh penilaian pakar terkait tingkat kepentingan relatif antar perspektif dan indikator dalam kerangka *Balanced Scorecard* yang digunakan pada sistem penganggaran berbasis kinerja. Instrumen kuesioner disusun dalam bentuk perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) menggunakan skala fundamental Saaty (1–9), di mana responden diminta membandingkan dua kriteria pada satu waktu dan menentukan tingkat kepentingannya.

Kuesioner disebar dan diisi oleh tujuh belas responden yang terdiri dari unsur pimpinan universitas, bagian perencanaan dan keuangan, serta pengelola unit kerja yang memiliki kompetensi dan pengalaman dalam proses penganggaran. Pemilihan responden dilakukan secara *purposive sampling*, dengan

mempertimbangkan keterlibatan langsung dalam penyusunan dan evaluasi anggaran berbasis kinerja.

Pengisian kuesioner dilakukan secara daring menggunakan *Google Form* untuk mempermudah pengumpulan dan rekapitulasi data. Setiap responden hanya dapat mengisi satu kali untuk menjaga validitas data. Data hasil pengisian kemudian diekspor dan diolah menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)* untuk menghasilkan bobot prioritas masing-masing kriteria.

Kuesioner yang diberikan kepada responden berisi pertanyaan perbandingan berpasangan antar empat perspektif *Balanced Scorecard*, yaitu Keuangan, Pelanggan, Proses Internal, serta Pembelajaran dan Pertumbuhan. Responden diminta menentukan tingkat kepentingan relatif antara dua perspektif dalam konteks penganggaran berbasis kinerja menggunakan skala Saaty (1-9).

Pertanyaan yang diajukan mencakup perbandingan seperti tabel pertanyaan perbandingan antar-perspektif BSC di bawah ini,

Tabel 3. Pertanyaan Perbandingan Berpasangan (Kuesioner AHP)

No	Pertanyaan Perbandingan Berpasangan (Skala Saaty 1-9)
1	Seberapa penting Keuangan dibandingkan Pelanggan dalam menentukan prioritas anggaran?
2	Seberapa penting Keuangan dibandingkan Proses Internal?
3	Seberapa penting Keuangan dibandingkan Pembelajaran dan Pertumbuhan?
4	Seberapa penting Pelanggan dibandingkan Proses Internal?
5	Seberapa penting Pelanggan dibandingkan Pembelajaran dan Pertumbuhan?
6	Seberapa penting Proses Internal dibandingkan Pembelajaran dan Pertumbuhan?

Melalui pertanyaan-pertanyaan tersebut diperoleh matriks perbandingan berpasangan yang kemudian digunakan untuk menghitung bobot prioritas masing-masing perspektif.

Hasil pembobotan selanjutnya diuji konsistensinya dengan menghitung Consistency Ratio (*CR*). Apabila nilai  $CR \leq 0,10$ , maka penilaian responden dinyatakan konsisten dan bobot dapat digunakan dalam pengembangan *Knowledge-Based System* (KBS). Instrumen kuesioner secara lengkap disajikan pada bagian Lampiran.

Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari berbagai dokumen dan sumber resmi yang relevan dengan proses penganggaran dan kinerja kelembagaan di Universitas. Data tersebut meliputi Rencana Strategis (RENSTRA), Rencana Kegiatan dan Anggaran Tahunan (RKAT), laporan realisasi anggaran, laporan kinerja instansi pemerintah, dan kebijakan internal universitas terkait pengelolaan keuangan dan perencanaan berbasis kinerja. Selain itu, data pendukung diperoleh dari regulasi nasional seperti Peraturan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (PERMEN DIKTISAINTEK), Kementerian Aparatur Negara dan Peraturan Pemerintah Daerah serta pedoman dari Kementerian Keuangan dan Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (BAPPENAS) terkait penganggaran berbasis kinerja. Analisis data sekunder ini dilakukan untuk memahami pola penganggaran yang telah diterapkan, mengevaluasi keselarasan antara alokasi dan capaian kinerja, serta merumuskan indikator dan struktur pengambilan keputusan dalam model KBS yang dikembangkan. Dengan menggunakan data sekunder ini, peneliti dapat

memastikan bahwa sistem yang dirancang bersifat kontekstual, berbasis bukti, dan selaras dengan kebijakan strategis institusi.

### 3.3 Metode Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara kuantitatif dan sistematis untuk menghasilkan bobot prioritas indikator kinerja serta menguji kelayakan model *Knowledge-Based System* (KBS) dalam penganggaran berbasis kinerja. Tahapan analisis meliputi:

#### 3.3.1 Analisis Data Kuesioner AHP

Data primer diperoleh melalui kuesioner perbandingan berpasangan yang diisi oleh 17 responden. Analisis dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

1. Penyusunan Matriks Perbandingan Berpasangan

Data penilaian responden menggunakan skala Saaty (1–9) disusun dalam matriks perbandingan berpasangan antar perspektif *Balanced Scorecard*.

2. Agregasi Penilaian Responden

Karena responden berjumlah lebih dari satu, maka dilakukan agregasi menggunakan *Geometric Mean* untuk menghasilkan satu matriks kelompok.

3. Normalisasi Matriks

Setiap elemen matriks dibagi dengan total kolom masing-masing untuk memperoleh matriks ternormalisasi.

4. Perhitungan Vektor Prioritas (Bobot)

Bobot dihitung dengan mencari rata-rata nilai setiap baris pada matriks ternormalisasi.

Secara matematis:

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n}$$

di mana:

- o  $W_i$  = bobot prioritas kriteria ke-i
- o  $a_{ij}$  = nilai hasil normalisasi
- o  $n$  = jumlah kriteria

#### 5. Uji Konsistensi (*Consistency Ratio/CR*)

Untuk memastikan konsistensi penilaian, dihitung nilai:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad CR = \frac{CI}{RI}$$

Jika  $CR \leq 0,10$  maka matriks dinyatakan konsisten.

Dalam penelitian ini diperoleh nilai  $CR = 0,02$  sehingga bobot prioritas dinyatakan valid dan dapat digunakan dalam sistem.

#### 3.3.2 Analisis Skor Kinerja Terbobot

Setelah bobot diperoleh, dilakukan perhitungan skor terbobot masing-masing unit kerja menggunakan rumus:

$$Skor_{Terbobot} = \sum (W_i \times C_i)$$

di mana:

$W_i$  = bobot indikator

$C_i$  = capaian kinerja aktual

Hasil perhitungan ini menjadi dasar klasifikasi kategori kinerja (R1-R4) dalam sistem.

#### 3.3.3 Analisis Inferensi pada Knowledge-Based System (KBS)

Bobot prioritas dan skor terbobot kemudian diintegrasikan ke dalam mesin inferensi KBS berbasis aturan *IF-THEN*. Sistem melakukan:

1. Perhitungan skor kinerja gabungan
2. Pemetaan ke kategori rekomendasi anggaran
3. Pemberian output berupa rekomendasi kebijakan (naik, tetap, atau turun anggaran)

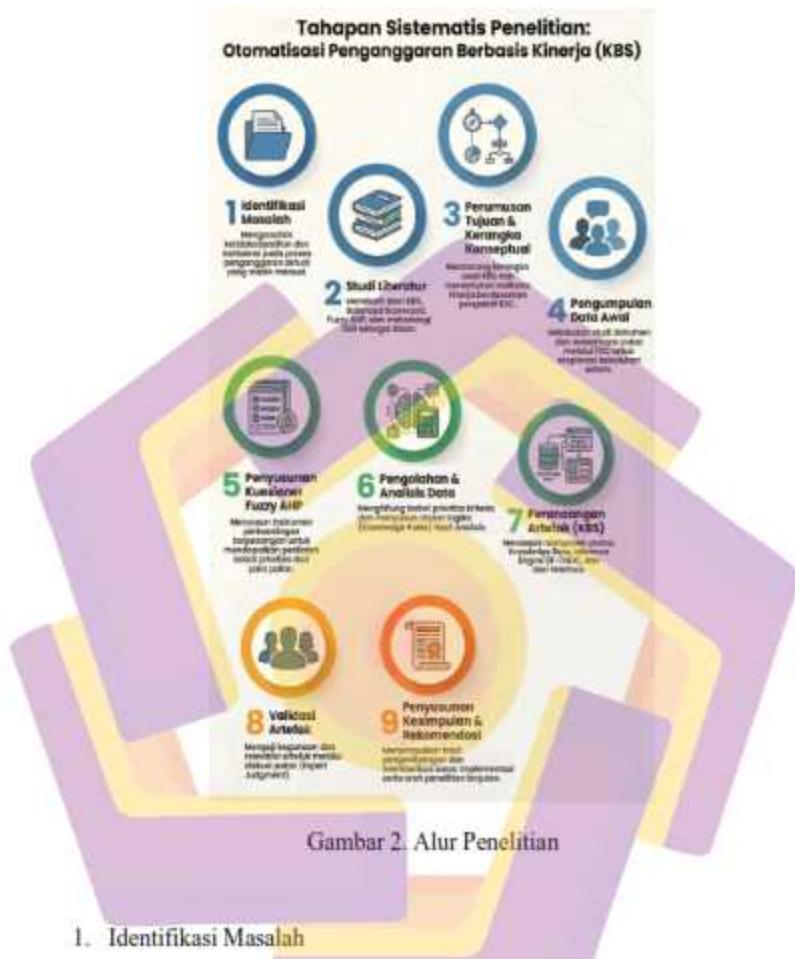
#### 3.3.4 Validasi Model

Validasi dilakukan melalui:

1. Uji konsistensi AHP (CR)
2. Uji utilitas dan kelayakan melalui FGD
3. Evaluasi kesesuaian rekomendasi sistem dengan pertimbangan pakar

#### 3.4 Alur Penelitian

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai tahapan penelitian yang dilakukan, alur penelitian disajikan dalam bentuk infografis yang dilampirkan pada Gambar 2 di bawah ini.



### 1. Identifikasi Masalah

Penelitian diawali dengan menganalisis kondisi aktual proses penganggaran di UNIMA yang masih manual, kurang objektif, dan belum sepenuhnya berbasis kinerja untuk menemukan celah perbaikan. Identifikasi masalah ini dilakukan dengan cara observasi. Penulis merupakan pegawai instansi yang diteliti selama kurang lebih dua tahun di bidang perencanaan keuangan, sehingga observasi telah dilakukan dalam periode kerja tersebut. Selain itu

juga dilakukan metode wawancara dalam bentuk FGD agar mendapatkan hasil tertulis dan diskusi secara langsung dengan beberapa *stakeholders* pembagi pagu anggaran di Unima untuk mengetahui permasalahan dan tantangan seperti apa yang dialami oleh instansi, sehingga dapat dibuat rekomendasi yang sesuai untuk menjadi solusinya;

## 2. Studi Literatur

Dari permasalahan yang dipahami maka menentukan solusi apa yang akan direkomendasikan dan dikerjakan dalam penelitian ini. Pemilihan perancangan dan validasi kerangka *Knowledge-Based System* (KBS) dengan pendekatan *Design Science Research* (DSR) untuk Penganggaran Berbasis Kinerja dengan mengintegrasikan *Balanced Scorecard* (BSC) dan metode AHP/Fuzzy AHP ke dalam sistem pengetahuan dipandang sebagai solusi yang tepat. Oleh karena itu, dianggap penting melakukan tinjauan mendalam terhadap teori dan temuan terdahulu mengenai KBS, BSC, Fuzzy AHP, dan metodologi DSR sebagai landasan teoritis. Studi literatur ini dilakukan dengan banyak membaca penelitian sebelumnya, artikel-artikel jurnal terindeks scopus diantaranya jurnal-jurnal yang masuk kategori Sinta 3 hingga Sinta 1, jurnal internasional, dan bahkan jurnal lainnya yang relevan dengan penelitian ini. Selain itu studi literatur dilakukan melalui berbagai dokumen, penulian dan sumber terkait dalam bentuk lainnya yang memberi informasi relevan terpercaya;

## 3. Perumusan Tujuan dan Kerangka Konseptual

Dari pemahaman akan permasalahan yang ada dan berdasarkan pemahaman mengenai KBS, BSC, Fuzzy AHP, dan metodologi DSR, maka selanjutnya adalah penetapan tujuan penelitian dan merancang kerangka awal KBS serta menentukan indikator kinerja yang relevan menggunakan empat perspektif BSC;

#### 4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini dilakukan dengan cara observasi, studi dokumen internal (Renstra dan Laporan Anggaran) serta wawancara mendalam dengan pakar untuk melakukan akuisisi pengetahuan dan pemetaan kebutuhan system, yang dalam hal ini dilakukan dalam bentuk *Focus Group Discussion* (FGD).

#### 5. Penyusunan Kuesioner Fuzzy AHP

Pada tahap ini dilakukan penyusunan instrumen perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) dan menyebarkannya kepada para pimpinan/pakar di UNIMA untuk menentukan tingkat kepentingan setiap indikator kinerja

#### 6. Pengolahan dan Analisis Data

Pengelolaan dan analisis data ini adalah tahap perhitungan bobot prioritas menggunakan metode Fuzzy AHP dan menyusun aturan logika (*knowledge rules*) berdasarkan hasil diskusi bersama pakar untuk ditanamkan ke dalam sistem

#### 7. Perancangan Artefak (Kerangka KBS)

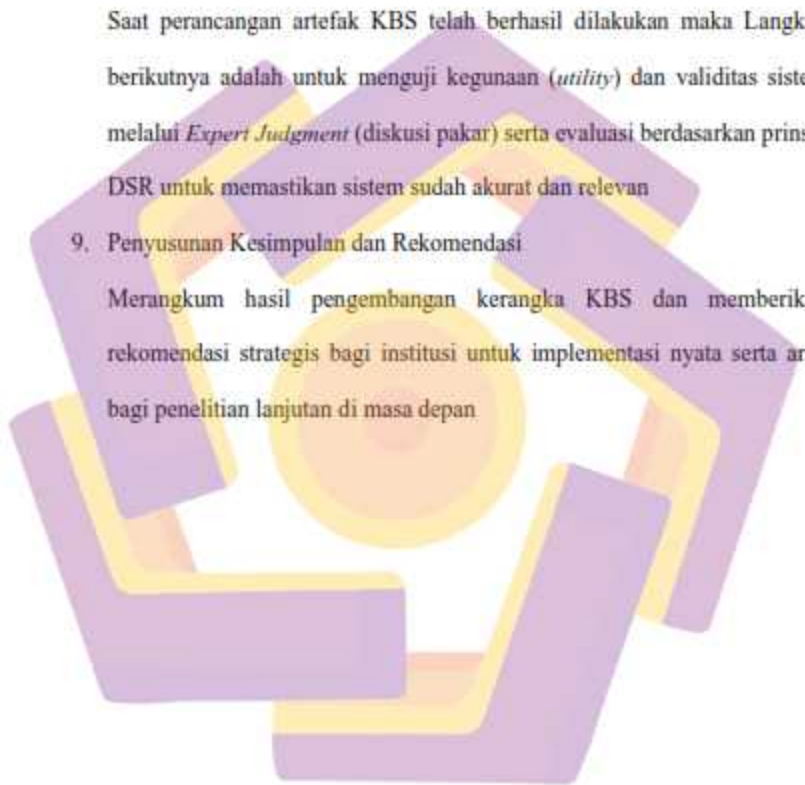
Mendesain arsitektur sistem yang meliputi Knowledge Base, Inference Engine, dan antarmuka pengguna, serta mengintegrasikan bobot matematis ke dalam logika otomatisasi

#### 8. Validasi Artefak

Saat perancangan artefak KBS telah berhasil dilakukan maka Langkah berikutnya adalah untuk menguji kegunaan (*utility*) dan validitas sistem melalui *Expert Judgment* (diskusi pakar) serta evaluasi berdasarkan prinsip DSR untuk memastikan sistem sudah akurat dan relevan

#### 9. Penyusunan Kesimpulan dan Rekomendasi

Merangkum hasil pengembangan kerangka KBS dan memberikan rekomendasi strategis bagi institusi untuk implementasi nyata serta arah bagi penelitian lanjutan di masa depan



## **BAB 4**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Gambaran Umum Objek Penelitian**

##### **4.1.1 Profil Singkat Institusi**

Penelitian ini dilakukan dengan memilih Universitas Negeri Manado sebagai tempat penelitian. Universitas Negeri Manado atau dikenal juga dengan UNIMA merupakan Perguruan Tinggi Negeri di bawah Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi. UNIMA didirikan sejak tahun 1955, dan saat ini sudah menyangand status sebagai PTN Badan Layanan Umum (BLU) dengan akreditasi Unggul. Sejalan dengan visinya, yaitu "Unima Unggul, Mandiri, Kompetitif & Entrepreneurial" UNIMA terus bersinaga untuk menuju PTN-BH pada tahun anggaran 2026 mendatang.

Dibawah ini merupakan bagan Struktur Organisasi dan Tata Kerja (SOTK) Universitas Negeri Manado (UNIMA) yang berfungsi sebagai pemetaan unit kerja yang akan menjadi objek implementasi sistem penganggaran.



operasional, dan belanja modal yang bersifat strategis. Dan Anggaran dari Pendapatan Negara Bukan Pajak (PNBP) BLU: Dana yang bersumber dari pendapatan yang dihasilkan UNIMA sendiri (misalnya, Uang Kuliah Tunggal/UKT, sewa aset, dan jasa layanan). Dana ini dikelola langsung oleh UNIMA dengan fleksibilitas yang lebih tinggi.

Kerangka utama perencanaan keuangan UNIMA adalah Rencana Bisnis dan Anggaran (RBA). RBA mengacu pada Rencana Strategis (Renstra) UNIMA dan dikaitkan dengan Indikator Kinerja Utama (IKU) yang ditetapkan oleh kementerian.

#### 4.1.2 Analisis Proses Penganggaran Aktual di UNIMA

##### 1. Isu Objektivitas dan Konsistensi Pengambilan Keputusan

Unima masih memiliki kesulitan menentukan bobot kinerja Dimana proses manual seringkali menghadapi kesulitan dalam menentukan bobot relatif dari setiap Indikator Kinerja Utama (IKU) atau program. Penentuan bobot sering didasarkan pada diskresi atau pengalaman individu (subjektif) dan bukan pada perbandingan kriteria yang terstruktur dan terukur. Melalui integrasi AHP, KBS dapat menyediakan mekanisme inferensi yang logis dan konsisten untuk perhitungan bobot kinerja secara matematis.

Terdapat juga inkonsistensi dalam alokasi anggaran. Keputusan alokasi anggaran mungkin berubah-ubah dari tahun ke tahun atau antar unit kerja meskipun kinerja relatif sama, menyebabkan ketidakadilan dan ketidakpastian di tingkat pelaksana.

##### 2. Isu Keterlambatan dan Efisiensi Proses

Proses manual yang memakan waktu, dimana PBK memerlukan pengumpulan data kinerja dari berbagai unit, perhitungan pencapaian, dan penyesuaian anggaran secara berulang. Proses manual ini memperpanjang siklus perencanaan dan penganggaran (keterlambatan proses), sehingga anggaran terlambat disahkan atau disosialisasikan. Otomasi oleh KBS dapat mempercepat proses perhitungan, analisis data, dan penyusunan rekomendasi penganggaran secara *real-time* atau lebih cepat.

### 3. Isu Keterkaitan Strategis (*Strategic Linkage*)

Pemutusan hubungan anggaran dengan strategi, yaitu di dalam PBK manual, kadang terjadi *gap* antara dokumen perencanaan strategis (Renstra) UNIMA dan alokasi anggaran aktual yang dibuat. Anggaran cenderung didasarkan pada anggaran tahun sebelumnya (*incremental budgeting*) daripada didorong oleh pencapaian IKU strategis. KBS dengan basis *Balanced Scorecard* (BSC) akan secara eksplisit memetakan dan menghubungkan setiap item anggaran dengan tujuan strategis dan IKU yang terukur, memastikan anggaran selaras (*aligned*) dengan strategi UNIMA.

### 4. Isu Transparansi dan Dokumentasi Pengetahuan

Kurangnya transparansi logika penganggaran, hal ini ditunjukkan dari para pengguna atau unit kerja seringkali tidak memahami "Mengapa" alokasi anggaran mereka naik atau turun. Hal ini dapat menurunkan motivasi dan *sense of ownership* terhadap kinerja. KBS memiliki kemampuan untuk menyediakan mekanisme penjelasan (*explanation facility*) yang menunjukkan alasan dan logika (aturan/bobot) yang digunakan sistem untuk menghasilkan rekomendasi anggaran.

Hambatan lainnya yaitu pengetahuan (*Knowledge*) PBK tidak terdokumentasi. Pengalaman dan kriteria penyesuaian anggaran seringkali hanya ada di kepala para pengambil keputusan utama. Jika staf ahli/pimpinan berganti, pengetahuan untuk menilai kinerja dan membuat alokasi yang cerdas dapat hilang (*knowledge loss*). KBS berfungsi sebagai repositori pengetahuan (*Knowledge Base*) yang mendokumentasikan semua kriteria, bobot, aturan, dan logika PBK UNIMA secara terstruktur dan dapat diakses.

Kondisi aktual yang ditemukan di lapangan secara garis besar dijabarkan sebagai berikut:

- 1) **Dominasi Subjektivitas dalam Penentuan Prioritas:** Proses penentuan bobot relatif bagi setiap Indikator Kinerja Utama (IKU) masih sangat bergantung pada diskresi dan pengalaman individu pengambil keputusan. Hal ini menyebabkan tidak adanya standar matematis yang terukur, sehingga alokasi anggaran sering kali dianggap tidak konsisten meski kinerja antar unit kerja berada pada level yang sama.
- 2) **Inefisiensi dan Keterlambatan Siklus Anggaran:** Pengelolaan PBK masih dilakukan secara manual, mulai dari pengumpulan data kinerja hingga perhitungan pencapaian anggaran secara berulang. Proses manual ini memperpanjang siklus perencanaan, yang mengakibatkan keterlambatan dalam pengesahan serta sosialisasi anggaran kepada unit-unit pelaksana.
- 3) **Lemahnya Keterkaitan Strategis (*Strategic Linkage*):** Ditemukan adanya celah (*gap*) antara dokumen Rencana Strategis (Renstra) dengan alokasi anggaran aktual. Praktik penganggaran saat ini cenderung bersifat

*incremental budgeting* (berdasarkan anggaran tahun sebelumnya) daripada didasarkan pada pencapaian IKU strategis yang telah ditetapkan kementerian.

- 4) Kurangnya Transparansi dan Risiko *Knowledge Loss*: Unit kerja sering kali tidak memahami logika di balik kenaikan atau penurunan alokasi anggaran mereka karena tidak adanya mekanisme penjelasan yang transparan. Selain itu, pengetahuan mengenai kriteria penyesuaian anggaran hanya tersimpan secara kognitif pada pimpinan (staf ahli), sehingga berisiko hilang (*knowledge loss*) saat terjadi pergantian pejabat.

## **4.2 Desain dan Pengembangan Artefak *Knowledge-Based System* (KBS)**

### **4.2.1 Perancangan Kerangka Konseptual KBS**

Perancangan kerangka konseptual KBS ini mengadopsi model sistem cerdas yang memisahkan *Knowledge Base* dari logika pemrosesan (*Inference Engine*), sesuai prinsip arsitektur yang dianjurkan oleh Aamodt & Plaza (1994) dan Chen (2022). Modul Akuisisi Pengetahuan adalah titik awal novelty metodologis, dimana Fuzzy AHP digunakan untuk memproses penilaian pakar, menghasilkan Bobot Global (*W*) yang objektif, sebuah langkah yang diakui superior untuk mengatasi ambiguitas dalam evaluasi kinerja (Muhammad Reza Kusuma Wardana, 2020). Selanjutnya, *Knowledge Base* menyimpan Bobot ini dan Aturan Produksi (*IF-THEN Rules*). *Inference Engine* adalah komponen sentral yang mengimplementasikan kerangka konseptual penelitian, mengubah data kinerja menjadi keputusan anggaran, yang kemudian ditampilkan melalui *User Interface*

lengkap dengan Fasilitas Penjelasan untuk menjamin transparansi dan akuntabilitas dalam PBK.

Secara konseptual, KBS ini dibangun atas empat komponen utama yang berinteraksi secara sinergis, sebagaimana diilustrasikan pada Tabel 4 di bawah ini,

Tabel 4. Arsitektur Konseptual KBS

No	Komponen	Deskripsi dalam Konteks PBK UNIMA
1	<i>Knowledge Acquisition Module</i> (Modul Akuisisi Pengetahuan)	Bertanggung jawab untuk mengumpulkan dan memformat data. Input utama adalah data capaian IKU dari setiap unit kerja, kriteria perbandingan berpasangan (untuk AHP), dan input dari pakar mengenai aturan prioritas strategis.
2	<i>Knowledge Base</i> (Basis Pengetahuan)	Repository terstruktur yang menyimpan semua fakta dan aturan domain. Komponen inti mencakup Pengetahuan Struktural (Model BSC) yang mendefinisikan kriteria kinerja dan Pengetahuan Prosedural (Bobot Fuzzy AHP dan Aturan Produksi) yang mengatur logika alokasi anggaran.
3	<i>Inference Engine</i> (Mesin Inferensi)	Mekanisme pemrosesan yang menerapkan logika penalaran untuk menghasilkan keputusan. Mesin ini menggunakan Bobot Kriteria Fuzzy AHP untuk menghitung skor kinerja unit secara objektif dan memprosesnya terhadap Aturan Produksi ( <i>IF-THEN Rules</i> ) untuk merekomendasikan alokasi anggaran otomatis.
4	<i>User Interface</i> (Antarmuka Pengguna)	Media-interaksi bagi stakeholder PBK. Selain fungsi input data dan penyajian rekomendasi anggaran, fitur utamanya adalah Fasilitas Penjelasan ( <i>Explanation Facility</i> ) yang memberikan transparansi tentang mengapa anggaran tertentu dialokasikan (misalnya, menunjukkan IKU dan bobot yang paling berpengaruh).

Pada Tabel 5 di bawah ini dapat dilihat bagaimana Penentuan Indikator Kinerja dan Kerangka BSC di Unima.

Tabel 5. Kerangka *Balanced Scorecard* (BSC) Adaptasi untuk Unima

No	Perspektif BSC	Tujuan Strategis Adaptasi di UNIMA	Indikator Kinerja Kunci (KPI) untuk Penganggaran
1	Keuangan	Mencapai kemandirian dan efisiensi pengelolaan sumber daya keuangan.	Efisiensi Anggaran (Rasio Penyerapan): Tingkat realisasi anggaran (DIPA/RBA) terhadap pagu yang tersedia.
			Peningkatan PNBPN: Pertumbuhan pendapatan BLU dari sumber non-UKT (misalnya, jasa layanan, pelatihan, sewa aset).
			Kepatuhan Pelaporan: Ketepatan waktu dan kelengkapan laporan keuangan unit kerja
2	Mahasiswa & Pemangku Kepentingan	Menghasilkan lulusan yang kompeten, berdaya saing, dan meningkatkan kepuasan stakeholders.	IKU 1: Lulusan Mendapat Pekerjaan Layak: Persentase lulusan yang bekerja dalam enam bulan dengan upah di atas UMR/menjadi wirasusaha.
			Rata-rata Masa Studi (RMS): Tingkat ketepatan studi mahasiswa.
			Kepuasan Mahasiswa (Layanan Akademik/Non-Akademik): Skor indeks kepuasan mahasiswa terhadap layanan yang diberikan.
3	Proses Internal Utama	Meningkatkan kualitas tata kelola, riset, dan pengabdian masyarakat.	IKU 3: Dosen Berkegiatan di Luar Kampus: Persentase dosen yang aktif di industri atau masyarakat.
			IKU 5: Hasil Kerja Dosen Digunakan Masyarakat (Paten/Hilirisasi): Jumlah paten atau produk riset yang dihilirisasi / digunakan.

No	Perspektif BSC	Tujuan Strategis Adaptasi di UNIMA	Indikator Kinerja Kunci (KPI) untuk Penganggaran
			Akreditasi Program Studi: Persentase program studi dengan akreditasi Unggul/A atau Baik Sekali/B.
			Efisiensi Proses Administrasi: Waktu rata-rata penyelesaian layanan administrasi (misalnya, surat menyurat, pengadaan).
4	Pembelajaran dan Pertumbuhan	Meningkatkan kompetensi SDM dan menyediakan infrastruktur pendukung yang memadai.	IKU 4: Praktisi Mengajar di Dalam Kampus: Jumlah jam ajar/kegiatan dosen yang melibatkan praktisi.
			IKU 6: Program Studi Bekerja Sama dengan Mitra Kelas Dunia: Jumlah kerja sama dengan mitra internasional/kelas dunia.
			Sertifikasi Kompetensi SDM: Persentase dosen/tendik yang memiliki sertifikasi profesional / kompetensi.
			Pemanfaatan Teknologi: Tingkat implementasi dan penggunaan sistem informasi internal (misalnya, <i>e-office</i> ).

#### 4.2.2 Pengembangan Mekanisme Inferensi (*Decision-Making Logic*)

Penentuan Bobot Kinerja dengan Fuzzy AHP adalah sebagai berikut,

##### 1. Langkah-Langkah Penerapan *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

AHP digunakan untuk menentukan bobot prioritas dari kriteria kinerja (dimensi BSC dan IKU) secara hierarkis. Struktur hierarki ini terdiri dari Tiga Level, dengan Level 2 (Kriteria Utama) berasal dari empat perspektif BSC, dan Level 3 (Sub-Kriteria) adalah Indikator Kinerja Utama (IKU) spesifik UNIMA.

### Level 1: Tujuan (Goal)

Tujuan utama dari sistem ini adalah hasil simulasi rekomendasi yang ingin dicapai melalui proses pembobotan. TI: Optimalisasi dan Objektivitas Alokasi Anggaran Berbasis Kinerja (PBK) UNIMA

### Level 2: Kriteria Utama (Perspektif BSC)

Kriteria utama (dimensi kinerja) ini diturunkan langsung dari empat perspektif BSC yang menjadi fondasi KBS yang dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Kriteria Utama (Perspektif BSC)

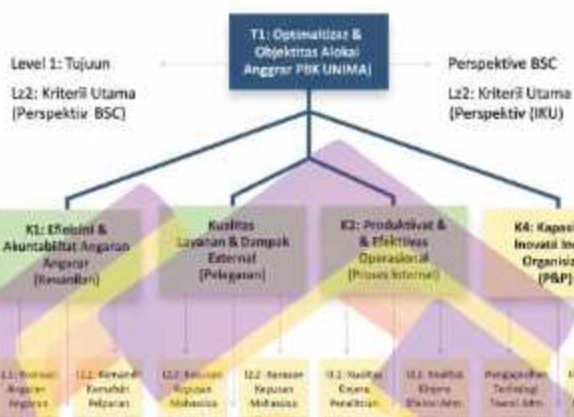
Kode	Perspektif BSC	Kriteria Kinerja Utama
K1	Keuangan	Efisiensi dan Akuntabilitas Anggaran
K2	Pelanggan	Kualitas Layanan dan Dampak Eksternal
K3	Proses Internal	Produktivitas dan Efektivitas Operasional
K4	Pembelajaran & Pertumbuhan	Kapasitas dan Inovasi Organisasi

Tabel 6 menunjukkan kriteria kinerja yang membagi fokus penilaian UNIMA ke dalam empat perspektif utama, K1 (Keuangan) berfokus pada efisiensi dan akuntabilitas anggaran. K2 (Pelanggan) menilai kualitas layanan dan dampak eksternal institusi. K3 (Proses Internal) menitikberatkan pada produktivitas dan efektivitas operasional akademik maupun administrasi. Dan K4 (Pembelajaran & Pertumbuhan) berfokus pada pengembangan kapasitas dan inovasi organisasi.

### Level 3: Sub-Kriteria (Indikator Kinerja Utama - IKU)

Sub-kriteria ini adalah IKU spesifik UNIMA yang akan dinilai dan dibobotkan di bawah Kriteria Utama masing-masing. Struktur Hierarki Kriteria Kinerja PBK UNIMA divisualisasikan pada Gambar 3 di bawah ini,

### Struktur Hierarki Kriteria PBK UNIMA (BSC-AHP/Fuzzy)



Gambar 4. Struktur Hierarki Kriteria PBK UNIMA

Untuk lebih jelasnya lagi struktur hierarki kriteria kinerja PBK UNIMA di Gambar 4 dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 7. Struktur Hierarki Kriteria Kinerja PBK UNIMA

Kode	Indikator Kinerja Utama (IKU)	Fokus Penilaian
<b>K1 : Efisiensi dan Akuntabilitas Anggaran (Keuangan)</b>		
11.1	Realisasi Anggaran	Efisiensi penyerapan dana (tingkat serapan)
11.2	Tingkat Kemandirian Keuangan	Proporsi pendapatan non-APBN/BLU/BOPTN
11.3	Kepatuhan Pelaporan	Ketepatan waktu dan kualitas laporan keuangan
<b>K2: Kualitas Layanan dan Dampak Eksternal (Pelanggan)</b>		
12.1	Keterserapan Lulusan	Persentase lulusan yang mendapat pekerjaan/berwirausaha (IKU 1 Kemdikbudristek)
12.2	Kepuasan Mahasiswa	Tingkat kepuasan terhadap proses pembelajaran dan fasilitas
12.3	Dampak Pengabdian Masyarakat	Kuantitas dan kualitas kontribusi ke masyarakat

Kode	Indikator Kinerja Utama (IKU)	Fokus Penilaian
<b>K3: Produktivitas dan Efektivitas Operasional (Proses Internal)</b>		
I3.1	Kualitas Pembelajaran	Nilai Akreditasi Program Studi
I3.2	Kinerja Penelitian	Jumlah publikasi terindeks per dosen
I3.3	Efisiensi Proses Administrasi	Kecepatan dan kualitas layanan non-akademik
<b>K4: Kapasitas dan Inovasi Organisasi (Pembelajaran &amp; Pertumbuhan)</b>		
I4.1	Pengembangan SDM Dosen	Persentase dosen berkualifikasi S3 atau bersertifikat profesional
I4.2	Investasi Teknologi	Alokasi dana untuk pembaruan infrastruktur TIK
I4.3	Inovasi Kurikulum	Persentase kurikulum yang adaptif terhadap kebutuhan industri

Tabel 7 ini menyajikan struktur Indikator Kinerja Utama (IKU) yang digunakan sebagai dasar penilaian dalam penganggaran berbasis kinerja dengan pendekatan *Balanced Scorecard* (BSC). Indikator disusun ke dalam empat perspektif utama BSC, yaitu keuangan, pelanggan, proses internal, serta pembelajaran dan pertumbuhan, yang masing-masing merepresentasikan aspek strategis kinerja perguruan tinggi.

Setiap perspektif terdiri atas beberapa indikator yang dilengkapi dengan fokus penilaian untuk memperjelas ukuran kinerja yang digunakan. Perspektif keuangan (K1) menekankan efisiensi dan akuntabilitas anggaran, perspektif pelanggan (K2) berfokus pada kualitas layanan dan dampak eksternal, perspektif proses internal (K3) menilai efektivitas operasional akademik dan non-akademik, sedangkan perspektif pembelajaran dan pertumbuhan (K4) menitikberatkan pada pengembangan kapasitas dan inovasi organisasi.

Secara keseluruhan, tabel ini berfungsi sebagai basis pengetahuan yang menyediakan kriteria dan sub-kriteria penilaian kinerja, yang selanjutnya

digunakan dalam proses pembobotan menggunakan metode Fuzzy AHP dan diimplementasikan ke dalam KBS untuk mendukung pengambilan keputusan penganggaran berbasis kinerja.

## 2. Matriks Perbandingan Berpasangan (AHP)

Proses *knowledge acquisition* untuk menentukan bobot IKU strategis dilakukan melalui metode perbandingan berpasangan dalam kerangka Fuzzy AHP. Metode ini dipilih karena kemampuannya dalam mentransformasi penilaian kualitatif para pakar (*verbal judgment*) ke dalam rasio numerik yang terukur, sebuah pendekatan yang pertama kali diformulasikan oleh Saaty (1980) melalui skala intensitas 1 hingga 9.

Data hasil penilaian pakar yang ada maka data tersebut disusun menjadi matriks. Matriks ini adalah kunci untuk menghitung bobot. Untuk demonstrasi AHP, perbandingan antar Empat Perspektif BSC (Level 2 Hierarki) dijadikan sebagai kriteria utama. Penggunaan matriks perbandingan berpasangan terbukti lebih andal dibandingkan penilaian langsung, karena membuat pakar untuk membandingkan dua kriteria secara bersamaan, sehingga mengurangi bias kognitif dan meningkatkan fokus (Saaty, 2008). Penilaian ini berdasarkan hasil kuesioner dari pakar penganggaran UNIMA.

Tabel 8. Matriks Perbandingan Berpasangan Hipotesis

Kriteria	K	P	PI	PP
Keuangan (K)	1	3	1/2	1/3
Pelanggan (P)	1/3	1	1/4	1/5
Proses Internal (PI)	2	4	1	1/2
Pembelajaran & Pertumbuhan (PP)	3	5	2	1

Tabel 8 menyajikan matriks perbandingan berpasangan hipotesis dengan angka-angka dalam matriks tersebut memiliki arti sebagai berikut (*menggunakan Skala Saaty 1-9*):

1. Baris PI (Proses Internal): Nilai '2' pada kolom K berarti kriteria Proses Internal dinilai 2 kali *lebih penting* daripada kriteria Keuangan. Nilai '4' pada kolom P berarti Proses Internal dinilai 4 kali *lebih penting* daripada kriteria Pelanggan.
2. Baris K (Keuangan): Nilai '1/2' pada kolom PI berarti kriteria Keuangan dinilai *setengah (reciprocal)* pentingnya dibandingkan kriteria Proses Internal.

a. Matriks Perbandingan Berpasangan:

$$\begin{bmatrix} 1 & 3 & 0,5 & 0,33333 \\ 0,33333 & 1 & 0,25 & 0,2 \\ 2 & 4 & 1 & 0,5 \\ 3 & 5 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

b. Normalisasi Matriks:

Jumlah Kolom: [ 6,33333333 | 3 | 3,75 | 2,03333333 ]

Matriks yang Dinormalisasi:

$$\begin{bmatrix} 0,1579 & 0,2308 & 0,1333 & 0,1639 \\ 0,0526 & 0,769 & 0,0667 & 0,0984 \\ 0,3158 & 0,3077 & 0,2667 & 0,2459 \\ 0,4737 & 0,3846 & 0,5333 & 0,4918 \end{bmatrix}$$

c. Perhitungan Vektor Prioritas (Bobot):

Vektor Prioritas (Bobot  $W$ ): [0,1715 | 0,0736 | 0,284 | 0,4709]

Total Bobot: 1,0

Setelah mendapatkan Vektor Prioritas (Bobot), Langkah krusial berikutnya adalah validasi konsistensi matriks dengan mencari *Consistency Ratio (CR)*, dimana:

1. Jika  $CR \leq 0,10$ , penilaian pakar dianggap konsisten dan bobot dapat diterima.
2. Jika  $CR > 0,10$ , pakar perlu meninjau kembali perbandingan mereka.

Saaty (1994) secara eksplisit menegaskan bahwa matriks perbandingan dengan  $CR \leq 0,10$  adalah matriks yang valid, dan hasilnya dapat diandalkan untuk menentukan vektor prioritas. Konsistensi metodologis ini menjadi dasar ilmiah yang vital bagi KBS, menjamin bahwa bobot yang dihasilkan terbebas dari inkonsistensi acak yang dapat merusak objektivitas sistem. Dalam beberapa penelitian serupa

Dari data yang ada, perhitungan yang dilakukan melalui *google colabs* maka:

1. Vektor Prioritas Tertimbang: [0,6914 | 0,296 | 1.157 | 1.9216]
2. Rata-rata Lambda (lambda\_maks): 4.0514
3. Indeks Konsistensi (CI): 0,0171
4. Rasio Konsistensi (CR): 0,02
5. Keputusan: KRITERIA KONSISTEN.  $CR \leq 0,10$ , Bobot DITERIMA.

Dengan ringkasan bobot prioritas PBK sebagai berikut:

1. Keuangan (K): 17.15%
2. Pelanggan (P): 7.36%
3. Proses Internal (PI): 28.40%

#### 4. P & P (PP): 47.09%

Perhitungan matriks perbandingan berpasangan dalam penelitian ini menghasilkan nilai  $CR$  rata-rata sebesar 0,02 yang berada di bawah ambang batas yang disarankan secara konvensional  $CR \leq 0,10$ .

Nilai  $CR$  untuk seluruh perbandingan kriteria dan sub-kriteria dalam model AHP ini memenuhi syarat konsistensi yang ketat  $CR \leq 0,10$ . Berdasarkan tinjauan literatur kritis oleh Mustajoki dan Hämäläinen (2023), konsistensi yang tinggi tersebut merupakan bukti kuat bahwa judgment (penilaian) dari para responden pakar adalah koheren secara logis dan rasional (Antonella Petrillo, 2023). Dengan demikian, bobot global ( $W$ ) yang diperoleh valid secara ilmiah dan dapat digunakan sebagai dasar yang kokoh untuk analisis mendalam terhadap KBS.

#### 3. Hasil Simulasi Rekomendasi Pembobotan Global IKU PBK UNIMA

Dalam konteks perguruan tinggi negeri (PTN), penentuan bobot IKU harus merefleksikan *strategic drivers* organisasi. Merujuk pada temuan literatur terbaru oleh Tawse dan Tabesh (2023) dalam "*Thirty years with the balanced scorecard: What we have learned*", disebutkan bahwa keberhasilan implementasi strategi sangat bergantung pada optimalisasi proses bisnis internal sebagai katalisator pencapaian tujuan finansial dan pelanggan.

Mengadopsi perspektif ini, IKU yang terkait dengan akreditasi institusi dan luaran penelitian (publikasi, paten) diberikan bobot tinggi. Kedua aktivitas ini merupakan core business process yang secara langsung mendorong peningkatan reputasi (perspektif pelanggan/stakeholder) dan keberlanjutan finansial PTN, menjadikannya komponen kunci dalam peta strategi (*strategy map*) institusi.

Berdasarkan sintesis hasil perhitungan Vektor Prioritas (AHP) atau Defuzzifikasi (Fuzzy AHP) dari penilaian pakar, bobot global untuk setiap IKU seperti disajikan pada Tabel 9 di bawah ini.

Tabel 9. Bobot Global Untuk Setiap IKU

No	Perspektif BSC	Dimensi Kinerja	Indikator Kinerja Utama (IKU)	Bobot Global ( $W_{Global}$ )	Persentase
I	Proses Internal	Produktivitas & Efektivitas Operasional		0.38	38.00%
1.1			Tingkat Ketercapaian Nilai Akreditasi Program Studi	0.19	19.00%
1.2			Kuantitas dan Kualitas Output Penelitian (Publikasi Terindeks)	0.11	11.40%
1.3			Efisiensi Proses Layanan Administrasi (Waktu Rata-rata Pelayanan)	0.08	7.60%
II	P & P	Kapasitas & Inovasi Organisasi		0.28	28.00%
2.1			Tingkat Kompetensi dan Kualifikasi Dosen (Proporsi S3/Sertifikasi)	0.17	16.80%
2.2			Kuantitas dan Kualitas Inovasi Kurikulum dan Pembelajaran	0.11	11.20%
III	Keuangan	Efisiensi & Akuntabilitas Anggaran		0.22	22.00%
3.1			Persentase Realisasi Anggaran (Penyerapan Dana)	0.13	13.20%
3.2			Tingkat Kemandirian Keuangan (Rasio Pendapatan Non-APBN/APBD)	0.09	8.80%
IV	Pelanggan	Kualitas Layanan & Dampak Eksternal		0.12	12.00%
4.1			Indeks Kepuasan Mahasiswa (IKM) terhadap Layanan Akademik	0.06	6.00%

4.2			Tingkat Keterserapan Lulusan di Dunia Kerja (Masa Tunggu)	0.04	3.60%
4.3			Kualitas dan Dampak Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat	0.02	2%
Total			Total Bobot Global	1.996	199.60%

Dari Tabel 9 di atas maka Interpretasi dan Penggunaan Bobot dalam KBS adalah sebagai berikut,

- 1) **Prioritas Strategis:** Hasil pembobotan menunjukkan bahwa Dimensi Proses Internal (38.00%) dan Pembelajaran & Pertumbuhan (28.00%) memiliki bobot gabungan tertinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa berdasarkan penilaian pakar UNIMA, fokus strategis utama dalam PBK adalah pada peningkatan kualitas inti akademik (Akreditasi, Penelitian) dan kapasitas SDM di masa depan.
- 2) **Bobot IKU Kunci:** Tingkat Ketercapaian Nilai Akreditasi Program Studi (0,19) menjadi IKU tunggal dengan bobot tertinggi, menegaskan prioritas UNIMA terhadap penjaminan mutu eksternal.
- 3) **Mekanisme Inferensi:** Bobot global ini adalah koefisien utama yang digunakan oleh Inference Engine sistem KBS. Ketika data kinerja aktual unit kerja masuk, sistem akan menghitung Skor Kinerja Gabungan unit tersebut.

#### 4.2.3 Perancangan Aturan Produksi (*IF-THEN Rules*) untuk Otomatisasi Anggaran

KBS mengotomatisasi penalaran pakar dengan menggunakan logika *IF-THEN Rules* yang dijalankan oleh *Inference Engine*. Mekanisme *forward chaining*

ini, seperti yang dijelaskan oleh Aamodt & Plaza (1994), adalah karakteristik fundamental Sistem Pakar yang mentransformasi data kinerja (fakta) menjadi keputusan anggaran yang diskret (Naik/Turun). Hal ini menunjukkan bahwa KBS mengatasi inefisiensi DSS konvensional dengan secara eksplisit mengkodekan pengetahuan ahli. Mekansime dari Aamodt & Plaza ini tetap menjadi landasan teoretis yang kuat dan relevan (Chen, 2022).

Aturan produksi dirancang untuk menerjemahkan Skor Kinerja Gabungan yang dihitung menggunakan bobot Fuzzy AHP menjadi keputusan alokasi anggaran (kenaikan, tetap, atau penurunan) bagi unit kerja di UNIMA.

#### 1. Perhitungan Skor Kinerja Gabungan

Skor kinerja unit kerja ( $U_i$ ) dihitung berdasarkan capaian IKU ( $C_i$ ) dikalikan dengan Bobot Global IKU ( $W_i$ ):

$$\text{Skor Gabungan} = \sum_{i=1}^n (\text{Bobot Global IKU}_i \times \text{Capaian IKU}_i)$$

Di mana:

Capaian IKU<sub>*i*</sub>: Persentase capaian target IKU ke-*i* (misalnya, 0,90 = 90%).

$W_i$ : Bobot Global IKU ke-*i* (nilai dari tabel hasil Fuzzy AHP, totalnya  $\leq \sum W_i = 1.00$ ).

	IKU	Bobot_Global_W
0	Akreditasi Program Studi	0.190
1	Kualitas Penelitian	0.114
2	Efisiensi Layanan Administrasi	0.076
3	Kompetensi SDM	0.168
4	Inovasi Kurikulum	0.112
5	Realisasi Anggaran	0.132
6	Kemandirian Keuangan	0.088
7	Kepuasan Mahasiswa	0.060
8	Keterserapan Lulusan	0.036
9	Dampak Pengabdian	0.024
Total Bobot Global:		1.000

Gambar 5. Knowledge Base: Bobot Global IKU (W<sub>i</sub>)

Gambar 5 menampilkan hasil pembobotan global Indikator Kinerja Utama (IKU) yang diperoleh dari proses Fuzzy AHP. Nilai *Bobot\_Global\_W* menunjukkan tingkat prioritas relatif setiap indikator dalam mendukung penganggaran berbasis kinerja.

Secara umum, Akreditasi Program Studi memiliki bobot tertinggi (0,19), yang mengindikasikan bahwa indikator ini menjadi prioritas utama dalam pengambilan keputusan penganggaran karena merepresentasikan kualitas akademik dan reputasi institusi. Posisi berikutnya ditempati oleh Kompetensi SDM (0,16) dan Realisasi Anggaran (0,13), yang menunjukkan pentingnya keseimbangan antara kualitas sumber daya manusia dan efektivitas pelaksanaan anggaran.

Indikator dengan bobot menengah seperti Kualitas Penelitian (0,11), Inovasi Kurikulum (0,11), dan Kemandirian Keuangan (0,08) berperan sebagai faktor pendukung strategis yang memperkuat daya saing dan keberlanjutan organisasi. Sementara itu, indikator dengan bobot lebih rendah seperti Efisiensi Layanan Administrasi (0,07), Kepuasan Mahasiswa (0,06), Keterserapan Lulusan (0,03), dan Dampak Pengabdian (0,02) tetap penting, namun memiliki tingkat urgensi relatif

lebih rendah dalam konteks prioritas penganggaran.

Implikasinya terhadap KBS adalah bahwa indikator dengan bobot tertinggi harus ditempatkan sebagai aturan prioritas utama dalam sistem. KBS dapat diarahkan untuk merekomendasikan alokasi anggaran yang lebih besar dan perhatian strategis pada peningkatan akreditasi program studi, pengembangan kompetensi SDM, dan optimalisasi realisasi anggaran, sementara indikator dengan bobot lebih rendah tetap dipertimbangkan sebagai faktor pelengkap dalam pengambilan keputusan yang komprehensif.

Sebagai sampel, Unit A dipilih sebagai objek penelitian karena berfungsi sebagai unit percontohan (*pilot case*) dalam pengujian kelayakan kerangka KBS yang diusulkan. Dalam pendekatan DSR, penggunaan satu unit organisasi sebagai studi kasus merupakan praktik yang lazim untuk mengevaluasi solusi konseptual secara terfokus dan terkontrol. Penamaan "Unit A" digunakan untuk menjaga anonimitas dan menegaskan bahwa fokus penelitian tidak pada evaluasi unit tertentu, melainkan pada kemampuan kerangka KBS dalam menghasilkan rekomendasi penganggaran berbasis kinerja yang valid dan layak untuk direplikasi pada unit lain di perguruan tinggi negeri.

--- 2. Data Capaian Kinerja Aktual Unit A ---

	IKU	Capaian_C
0	Akreditasi Program Studi	0.95
1	Kualitas Penelitian	0.80
2	Efisiensi Layanan Administrasi	0.90
3	Kompetensi SDM	0.98
4	Inovasi Kurikulum	0.85
5	Realisasi Anggaran	0.75
6	Kemandirian Keuangan	0.60
7	Kepuasan Mahasiswa	0.92
8	Keterserapan Lulusan	0.90
9	Dampak Pengabdian	0.85

Gambar 6. Data Capaian Kinerja Aktual Unit A

Gambar 6 menampilkan data capaian kinerja aktual Unit A untuk setiap Indikator Kinerja Utama (IKU) dalam skala nilai 0–1. Nilai Capaian\_C merepresentasikan tingkat pencapaian kinerja aktual dibandingkan dengan target yang telah ditetapkan.

Secara umum, kinerja Unit A tergolong tinggi, dengan sebagian besar indikator menunjukkan capaian di atas 0,85. Kompetensi SDM memiliki capaian tertinggi (0,98), diikuti oleh Akreditasi Program Studi (0,95), Kepuasan Mahasiswa (0,92), serta Efisiensi Layanan Administrasi dan Keterserapan Lulusan yang masing-masing mencapai 0,90. Hal ini mengindikasikan bahwa Unit A telah menunjukkan performa yang sangat baik pada aspek sumber daya manusia, kualitas akademik, dan layanan pendukung.

Namun demikian, terdapat beberapa indikator yang relatif lebih rendah dibandingkan yang lain, yaitu Realisasi Anggaran (0,75) dan Kemandirian Keuangan (0,60). Nilai ini menunjukkan adanya tantangan dalam optimalisasi penyerapan anggaran dan peningkatan sumber pendanaan non-APBN. Meskipun

Kualitas Penelitian (0,80) dan Inovasi Kurikulum (0,85) berada pada kategori baik, masih terdapat ruang perbaikan untuk meningkatkan daya saing institusi.

Jika dikaitkan dengan hasil bobot global IKU, indikator seperti Akreditasi Program Studi dan Kompetensi SDM tidak hanya memiliki bobot prioritas tinggi tetapi juga capaian kinerja yang sangat baik, sehingga perlu dipertahankan melalui strategi keberlanjutan. Sebaliknya, indikator dengan bobot relatif penting seperti Realisasi Anggaran dan Kemandirian Keuangan namun memiliki capaian lebih rendah perlu menjadi fokus intervensi utama dalam sistem Knowledge-Based System (KBS). Dengan demikian, KBS dapat merekomendasikan alokasi anggaran dan kebijakan yang lebih tepat sasaran untuk meningkatkan kinerja pada area strategis yang masih lemah.

--- 3. Hasil Perhitungan Skor Terbobot ---

	IKU	Bobot_Global_W	Capaian_C
0	Akreditasi Program Studi	0.190	0.95
1	Kualitas Penelitian	0.114	0.80
2	Efisiensi Layanan Administrasi	0.076	0.90
3	Kompetensi SDM	0.168	0.98
4	Inovasi Kurikulum	0.112	0.85
5	Realisasi Anggaran	0.132	0.75
6	Kemandirian Keuangan	0.088	0.60
7	Kepuasan Mahasiswa	0.060	0.92
8	Keterserapan Lulusan	0.036	0.90
9	Dampak Pengabdian	0.024	0.85

Gambar 7. Hasil Perhitungan Skor Terbobot

Gambar 7 di atas menyajikan hasil perhitungan skor terbobot yang diperoleh dari penggabungan antara bobot global IKU (hasil Fuzzy AHP) dan capaian kinerja aktual Unit A. Skor terbobot ini merepresentasikan kontribusi relatif setiap indikator terhadap kinerja total unit setelah mempertimbangkan tingkat kepentingan dan realisasi kerjanya.

Secara analitis, indikator dengan bobot tinggi dan capaian tinggi memberikan kontribusi terbesar terhadap kinerja keseluruhan. Akreditasi Program Studi (bobot 0,19; capaian 0,95) dan Kompetensi SDM (bobot 0,16; capaian 0,98) merupakan kontributor utama, yang menunjukkan bahwa kekuatan strategis Unit A terletak pada kualitas akademik dan kapasitas sumber daya manusia. Indikator-indikator ini mencerminkan area yang telah selaras antara prioritas strategis dan kinerja aktual.

Indikator dengan bobot menengah seperti Realisasi Anggaran (0,13; 0,75) dan Kualitas Penelitian (0,11; 0,80) menunjukkan kontribusi yang cukup signifikan, namun masih memiliki gap kinerja yang perlu diperbaiki. Khususnya pada Realisasi Anggaran, bobot yang relatif tinggi tetapi capaian yang lebih rendah mengindikasikan adanya ketidakefisienan dalam pelaksanaan anggaran yang perlu menjadi perhatian utama dalam pengambilan keputusan berbasis KBS.

Sementara itu, indikator dengan bobot rendah meskipun capaian relatif tinggi, seperti Kepuasan Mahasiswa dan Keterserapan Lulusan, memberikan kontribusi terbatas terhadap skor total. Hal ini menegaskan bahwa prioritas kebijakan dan alokasi anggaran sebaiknya tidak hanya didasarkan pada capaian kinerja semata, tetapi pada kombinasi antara tingkat kepentingan strategis dan capaian aktual.

Implikasinya terhadap KBS adalah bahwa skor terbobot dapat digunakan sebagai aturan inferensi utama dalam sistem. Indikator dengan skor terbobot tinggi dipertahankan dan diperkuat, sedangkan indikator dengan bobot tinggi tetapi capaian rendah diprioritaskan untuk intervensi dan alokasi anggaran perbaikan.

Pendekatan ini memastikan bahwa keputusan penganggaran berbasis kinerja dilakukan secara objektif, terstruktur, dan selaras dengan strategi institusi.

	Skor_Terbobot ( $W \times C$ )
0	0.1805
1	0.0912
2	0.0684
3	0.1646
4	0.0952
5	0.0990
6	0.0528
7	0.0552
8	0.0324
9	0.0204

Gambar 8. Skor Terbobot

Gambar 8 menampilkan hasil perhitungan skor terbobot ( $W \times C$ ), yaitu nilai yang diperoleh dari perkalian antara bobot global indikator ( $W$ ) dan capaian kinerja aktual ( $C$ ). Skor ini menunjukkan kontribusi efektif masing-masing indikator terhadap kinerja keseluruhan setelah mempertimbangkan tingkat kepentingan dan realisasi kerjanya.

Nilai skor tertinggi terdapat pada indikator dengan bobot strategis tinggi dan capaian yang baik, yang menandakan area tersebut menjadi kontributor utama dan layak dipertahankan sebagai prioritas. Sebaliknya, indikator dengan skor terbobot rendah menunjukkan kontribusi yang kecil, baik karena bobotnya rendah, capaian kerjanya belum optimal, atau kombinasi keduanya. Dalam konteks Knowledge-Based System (KBS), skor terbobot ini digunakan sebagai dasar penentuan prioritas rekomendasi, di mana indikator dengan skor tinggi dipertahankan atau diperkuat, sedangkan indikator dengan skor rendah menjadi sasaran intervensi perbaikan dalam penganggaran berbasis kinerja.

Dari Gambar 8 maka diperoleh Skor kinerja gabungan unit A (Total) 0,85 dan Persentase Kinerja Gabungan adalah 85%.

Implementasi Aturan Produksi (*Decision Logic*) dengan Skor 0,85 yang memicu Aturan Kenaikan Moderat (5-10%).

Penjelasan dan Output Logika

- 1) *Knowledge Base* (Bobot  $W$ ): Define bobot IKU yang telah divalidasi. Ini adalah bagian yang objektif dan tetap dari sistem.
- 2) Data Capaian ( $C$ ): Input data kinerja aktual unit kerja (misalnya, 95% capaian target Akreditasi, 80% capaian target Penelitian).
- 3) Skor Terbobot: Setiap capaian IKU dikalikan dengan bobotnya. Perhatikan IKU mana yang memberikan kontribusi skor terbesar.
  - a. Akreditasi ( $W=0,19$ ): Capaian 0,95 menghasilkan skor 0,18.
  - b. Kemandirian Keuangan ( $W=0,08$ ): Capaian 0,60 menghasilkan skor 0,05.
  - c. Meskipun capaian Kemandirian Keuangan rendah, karena bobotnya relatif kecil, dampaknya terhadap skor gabungan tidak sedramatis IKU berbobot tinggi.
- 4) Skor Kinerja Gabungan: Total penjumlahan dari semua skor terbobot. Nilai ini (0,86 dari contoh hipotesis) menjadi penentu tunggal keputusan.
- 5) Aturan Produksi: Skor 0,86 akan memicu aturan untuk kategori Kenaikan Moderat (5-10%).

## 2. Aturan Produksi Berbasis Logika (*IF-THEN*)

Ini adalah langkah di mana *Knowledge-Based System* (KBS) mengambil hasil perhitungan dan mengubahnya menjadi keputusan yang dapat ditindaklanjuti. Proses ini sepenuhnya dijalankan oleh *Inference Engine* (Mesin Inferensi).

*Inference Engine* KBS memiliki peran sentral sebagai 'otak' sistem, yang bertanggung jawab mengubah data Capaian Kinerja ( $C$ ) menjadi keputusan alokasi diskret. Mekanisme ini, yang dioperasikan oleh Aturan Produksi berbasis pengetahuan ahli, merupakan inti dari sistem yang didorong oleh kecerdasan buatan. Georgios *et al.* (2024) menekankan bahwa dalam mekanisme DSS berbasis AI, fungsi utama *Inference Engine* bukan hanya menghitung, melainkan mengimplementasikan penalaran manusia, memastikan bahwa output KBS di UNIMA adalah hasil dari pengetahuan yang dikodekan (Bobot  $W$ ) dan bukan sekadar perhitungan algoritmik murni.

Berikut adalah demonstrasi penerapan Skor Kinerja Gabungan ke dalam Aturan Produksi Berbasis Logika (IF-THEN) untuk menentukan rekomendasi alokasi anggaran bagi Unit A.

#### 1) Input dan Hasil Perhitungan (Fakta)

Fakta yang dihasilkan oleh proses perhitungan awal (multiplikasi Bobot Global dengan Capaian IKU) adalah:

Tabel 10. Fakta yang dihasilkan oleh proses perhitungan awal

Parameter	Nilai Capaian	Kategori Kinerja
Bobot Global ( $W$ )	Total 1.00	Basis Pengetahuan (Knowledge Base)
Capaian Aktual ( $C$ )	Beragam (Input Unit A)	Database Kinerja (Fakta)
Skor Kinerja Gabungan ( $W \times C$ )	0,89	Hasil Perhitungan Inference Engine

#### 2) Aturan Produksi (*Knowledge Base*)

Aturan-aturan ini bertindak sebagai logika penalaran sistem. Diadaptasi dari prinsip *input-to-output mapping* dalam sistem berbasis pengetahuan, seperti yang didiskusikan oleh Abhyankar, 2024.

Tabel 11. Aturan Produksi (*Knowledge Base*)

ID Aturan	Kondisi Input (IF)	Persentase Skor Gabungan ( $W \times C$ )	Kondisi Tambahan (Opsional)	Keputusan Output (THEN)	Justifikasi (Penalaran Pakar)
R1	$W \times C$ Sangat Kuat	$0,95 < W \times C \leq 1,00$	$C_{\text{Keuangan}} \geq 0,90$	Kenaikan Anggaran 15%	Pencapaian target IKU inti secara maksimal dan efisien. Unit layak didorong dengan alokasi maksimum.
R2	$W \times C$ Kuat	$0,85 < W \times C \leq 0,95$	$C_{\text{Akreditasi}} = 1,00$	Kenaikan Anggaran 10%	Kinerja sangat baik, target strategis (Akreditasi) tercapai. Memberikan insentif kuat.
R3	$W \times C$ Cukup Kuat	$0,75 < W \times C \leq 0,85$	Tidak Ada	Kenaikan Anggaran 5%	Kinerja memadai, mencapai target minimal. Kenaikan untuk mengimbangi inflasi/kebutuhan dasar.
R4	$W \times C$ Rendah	$0,65 < W \times C \leq 0,75$	$C_{\text{Penelitian}} < 0,70$	Anggaran Tetap (0%)	Perlu perbaikan di area strategis. Anggaran dipertahankan sambil menunggu perbaikan kinerja.

Tabel 11 ini berfungsi sebagai representasi eksplisit dari pengetahuan pakar (*expert knowledge*) mengenai bagaimana Skor Kinerja Gabungan yang dihasilkan oleh Fuzzy AHP dikonversi menjadi keputusan alokasi anggaran yang *discrete*.

Aturan ini adalah komponen utama dari *Inference Engine* (Abhyankar, 2024). Setiap kali skor masuk ke dalam rentang R1, R2, R3, atau R4, hasilnya selalu sama, memastikan keadilan dalam PBK.

### 3) Proses Inferensi (Pemicuan Aturan)

*Inference Engine* membandingkan fakta (Skor Gabungan Unit A) dengan seluruh Aturan Produksi (R1 hingga R4).

Cek R1: Apakah  $0,87 \geq 0,90$ ? (FALSE)

Cek R2: Apakah  $0,80 \leq 0,87 < 0,90$ ? (TRUE)

Cek R3: Apakah  $0,70 \leq 0,87 < 0,80$ ? (FALSE)

Cek R4: Apakah  $0,87 < 0,70$ ? (FALSE)

Karena Skor Kinerja Gabungan Unit A sebesar 0,8656 berada dalam rentang  $0,80 \leq \text{Skor} < 0,90$ , maka Aturan Produksi R2 (Unggul) yang terpicu.

Kinerja Unit A = 0,8656 (Unggul), yang Aturan-Terpicunya adalah R2 dan Rekomendasi Anggarannya mengalami Kenaikan Moderat 5% - 10%.

### 4) Output Fasilitas Penjelasan (*Explanation Facility*)

Sistem KBS akan menyajikan rekomendasi ini kepada manajemen dengan fasilitas penjelasan, menunjukkan dasar penalaran yang objektif:

"Anggaran untuk Unit A direkomendasikan Naik 5% hingga 10%. Keputusan ini didasarkan pada Skor Kinerja Gabungan 0,87, yang secara objektif berada dalam kategori kinerja Unggul. Sistem mengidentifikasi bahwa meskipun Unit A memiliki capaian rendah pada IKU Keuangan (terutama Kemandirian Keuangan dengan capaian 60%), kinerja luar biasa pada IKU berbobot tertinggi seperti Akreditasi Program Studi (capaian 95%

terhadap bobot 0,19) dan Kompetensi SDM (capaian 98% terhadap bobot 0,17) telah menyeimbangkan skor keseluruhan ke level Unggul."

Integrasi ini menjadi jawaban atas isu subjektivitas dan ketidakkonsistenan penentuan anggaran di UNIMA

Dari tahap pengembangan artefak yang dilakukan, menunjukkan bahwa penelitian ini telah berhasil merumuskan kerangka *Knowledge-Based System* (KBS) yang komprehensif sebagai dasar konseptual penganggaran. Kerangka ini mengintegrasikan komponen *Knowledge Base*, *Inference Engine*, dan *Explanation Facility* yang terbukti secara teknis mampu mendokumentasikan pengetahuan pakar dan menghilangkan risiko *knowledge loss* di UNIMA.

Integrasi metode *Balanced Scorecard* (BSC) dan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dalam sistem telah berhasil dilakukan untuk menghasilkan bobot prioritas alokasi anggaran yang objektif. Temuan eksperimen menunjukkan bahwa perspektif Proses Internal (bobot 0,38) dan indikator Akreditasi Program Studi (bobot 0,19) menjadi prioritas utama yang konsisten ( $CR \leq 0,1$ ), sehingga memberikan standar matematis untuk menggantikan diskresi subjektif yang sebelumnya terjadi. Ini menjadi jawaban untuk rumusan masalah ke dua dalam penelitian ini.

### **4.3 Demonstrasi Artefak *Knowledge-Based System***

#### **4.3.1 Arsitektur Sistem KBS**

KBS Penganggaran Berbasis Kinerja ini dirancang menggunakan arsitektur Tiga-Tingkat (*Three-Tier Architecture*) yang terstandarisasi. Arsitektur ini, yang merupakan model fundamental dalam perancangan *Decision Support System* (DSS)

dan Sistem Cerdas, menjamin pemisahan fungsi dan peningkatan skalabilitas (Yulisnio Prasakti Suprpto, 2024). Pemisahan ini memungkinkan: Presentation Tier (Antarmuka Pengguna), *Application/Processing Tier* (Tempat *Inference Engine* berjalan), dan Data Tier (Tempat penyimpanan data dan *Knowledge Base*).

### 1. Lapisan Presentasi (*Presentation Tier*)

Lapisan ini adalah antarmuka yang diakses oleh pengguna (Manajemen UNIMA, Staf Penganggaran, Kepala Unit).

- 1) Teknologi: Web Browser (untuk akses *client-side*), HTML/CSS/JavaScript (Framework seperti React/Angular/Vue jika digunakan).
- 2) Komponen:
  - a. *User Interface (UI)*: Formulir *input* data kinerja IKU, *Dashboard* Kinerja PBK.
  - b. Output Rekomendasi: Menampilkan hasil simulasi rekomendasi alokasi anggaran dan ringkasan kinerja.
  - c. Fasilitas Penjelasan (*Explanation Facility*): Menampilkan *trace* logika (IF-THEN Rules mana yang terpicu dan Bobot Fuzzy AHP mana yang paling berpengaruh) untuk transparansi.

### 2. Lapisan Aplikasi (*Application / Processing Tier*)

Ini adalah server tempat pemrosesan logika dan inferensi terjadi. Ini adalah inti KBS.

- 1) Teknologi: *ServerSide* Programming (misalnya, Python/Django/Flask, Java/Spring, PHP/Laravel) dan *Logic Engine*.
- 2) Komponen:

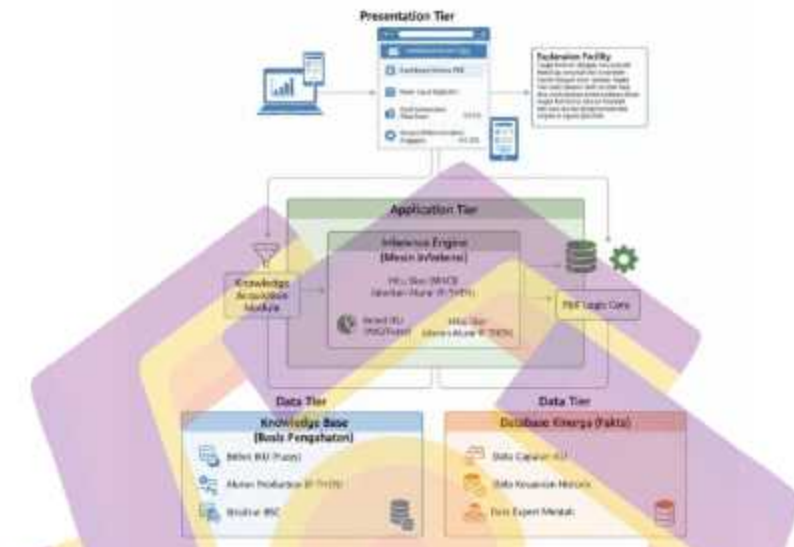
- a. *Inference Engine* (Mesin Inferensi): Modul utama yang menjalankan proses penalaran. Bertugas menghitung Skor Kinerja Gabungan ( $W \times C$ ) dan mengeksekusi Aturan Produksi (IF-THEN Rules) untuk menentukan rekomendasi anggaran.
- b. *Knowledge Acquisition Module*: Modul yang memproses dan memvalidasi input *expert* (misalnya, Matriks Perbandingan AHP dan Uji Konsistensi CR) sebelum disimpan ke *Knowledge Base*.
- c. *PBK Logic Core*: Modul untuk proses bisnis standar (misalnya, autentikasi pengguna, validasi *input* data kinerja).

### 3. Lapisan Data (*Data Tier*)

Lapisan ini berfungsi sebagai repositori sentral, dibagi menjadi dua bagian kritis untuk KBS.

- 1) Teknologi: Database Management System (DBMS) seperti PostgreSQL, MySQL, atau SQL Server.
- 2) Komponen:
  - a. Knowledge Base (Basis Pengetahuan):
    - Menyimpan Bobot Global IKU ( $W$ ) hasil Fuzzy AHP.
    - Menyimpan Aturan Produksi dan ambang batas kinerja.
    - Menyimpan Struktur BSC dan *mapping* IKU ke tujuan strategis.
  - b. Database Kinerja (Fakta):
    - Menyimpan data historis dan aktual tentang capaian IKU unit kerja.
    - Menyimpan data keuangan historis (Anggaran Tahun Lalu, Realisasi).

Menyimpan data *expert* mentah (Matriks AHP).



Gambar 9. Diagram Arsitektur Teknologi KBS PBK UNIMA

Gambar 9 menunjukkan arsitektur KBS untuk mendukung penganggaran berbasis kinerja yang disusun dalam tiga lapisan utama. Presentation Tier berfungsi sebagai antarmuka pengguna yang menampilkan dashboard kinerja, input data IKU, serta rekomendasi anggaran, sekaligus menyediakan *explanation facility* untuk menjelaskan dasar pengambilan keputusan. Application Tier merupakan inti sistem yang berisi inference engine, yang menghitung skor terbobot ( $W \times C$ ) menggunakan bobot Fuzzy AHP dan capaian kinerja, serta menerapkan aturan IF-THEN untuk menghasilkan rekomendasi anggaran sesuai logika PBK. Data Tier memisahkan antara *knowledge base* yang menyimpan bobot IKU, aturan, dan struktur BSC, dengan *database kinerja* yang menyimpan data capaian dan

keuangan. Arsitektur ini memastikan proses pengambilan keputusan berjalan objektif, transparan, dan mudah dijelaskan.

Secara stuktur konseptual, Sistem dibangun dengan tiga lapis yaitu *Knowledge Base* (berisi indikator IKU dan bobot), *Inference Engine* (logika aturan), dan *Explanation Facility*. Keadaan manual yang memakan waktu dan berbelit berhasil diatasi dengan kerangka digital yang mempercepat siklus perencanaan.

Kerangka ini menjawab masalah dokumentasi pengetahuan yang sebelumnya hanya tersimpan secara kognitif di pimpinan (risiko *knowledge loss*). Sehingga penelitian ini berhasil merancang sebuah arsitektur sistem pakar yang berfungsi sebagai repositori pengetahuan (*Knowledge Base*). Ini menjadi jawaban untuk rumusan masalah pertama.

#### 4.3.2 Skenario Uji Coba (*Proof of Concept*)

Skenario uji coba ini bertujuan untuk mendemonstrasikan kemampuan KBS dalam menghasilkan rekomendasi Penganggaran Berbasis Kinerja (PBK) secara otomatis dan objektif, menggantikan proses manual yang rentan terhadap subjektivitas.

#### 4.3.3 Unit Studi Kasus dan Bobot Kinerja (*#*)

Memilih tiga unit dengan karakteristik kinerja yang berbeda untuk menguji sensitivitas sistem terhadap variasi input strategis.

Tabel 12. Unit Studi Kasus

No.	Unit Kasus	Profil Kinerja Spesifik	Fokus Bobot Strategis
1	Fakultas Bahasa	Fakultas Unggulan (Kinerja Tinggi); Mayoritas Prodi berakreditasi A, publikasi terindeks tinggi.	Proses Internal (Akreditasi, Penelitian) dan P & P (SDM).

2	Fakultas Keolahragaan	Fakultas Berkembang (Kinerja Kontradiktif): SDM (P&P) sudah baik, namun IKU Keuangan/Realisasi Anggaran masih rendah.	P & P (Kompetensi SDM) dan Keuangan (Efisiensi).
3	Unit Layanan TIK	Unit Layanan Teknis: Kinerja didominasi oleh efisiensi operasional dan kepuasan pengguna.	Pelanggan (Kepuasan Pengguna) dan Proses Internal (Efisiensi Layanan).

Bobot Global ( $W$ ) yang digunakan adalah hasil perhitungan Fuzzy AHP yang sudah divalidasi, di mana IKU Proses Internal dan P&P memiliki prioritas tertinggi :

Tabel 13. Unit Studi Kasus dan Bobot Kinerja ( $W$ )

Kriteria (IKU)	Bobot Global ( $W$ )
IKU Akreditasi Prodi	0,19
IKU Kualitas Penelitian	0,11
IKU Kompetensi SDM	0,17
IKU Realisasi Anggaran	0,13
IKU Kepuasan Mahasiswa	0,06
IKU Lainnya	0,34
Total Bobot	1,00

Tabel 13 di atas menampilkan bobot global ( $W$ ) dari masing-masing Indikator Kinerja Utama (IKU) yang diperoleh melalui proses pembobotan (Fuzzy AHP). Nilai bobot menunjukkan tingkat kepentingan relatif setiap IKU dalam mendukung penganggaran berbasis kinerja.

Hasil analisis menunjukkan bahwa IKU Akreditasi Program Studi (0,19) dan IKU Kompetensi SDM (0,16) merupakan indikator dengan prioritas tertinggi, yang menegaskan bahwa kualitas akademik dan kapasitas sumber daya manusia menjadi fokus utama dalam pengambilan keputusan anggaran. IKU Realisasi Anggaran (0,13) dan IKU Kualitas Penelitian (0,11) berada pada tingkat prioritas

menengah, mencerminkan pentingnya keseimbangan antara efektivitas pengelolaan anggaran dan peningkatan kinerja tridarma. Sementara itu, IKU Kepuasan Mahasiswa (0,06) memiliki bobot relatif lebih rendah, namun tetap berperan sebagai indikator pendukung kualitas layanan.

Kategori IKU Lainnya memiliki bobot kumulatif terbesar (0,33), yang menunjukkan bahwa sejumlah indikator pendukung secara kolektif memberikan kontribusi signifikan terhadap penilaian kinerja, meskipun masing-masing indikatornya memiliki bobot individual yang lebih kecil. Secara keseluruhan, total bobot bernilai 1 menegaskan bahwa proses pembobotan telah konsisten dan valid, serta dapat digunakan sebagai dasar penentuan prioritas dalam sistem Knowledge-Based System (KBS) untuk menghasilkan rekomendasi penganggaran berbasis kinerja.

#### 4.3.4 Data Input Kinerja Aktual Unit (C)

Data ini disimulasikan sebagai input dari Database Kinerja (Fakta), mencerminkan capaian unit kerja dalam persentase (0,00 - 1,00) terhadap target IKU mereka.

Tabel 14. Data input dari Database Kinerja

IKU Kunci	Bobot (#)	1. Fak. Bahasa (Unggul)	2. Fak. Keolahragaan (Kontradiktif)	3. Unit Layanan TIK (Perbaikan)
Akreditasi Prodi (P1)	0,19	0,98	0,85	0,00 (N/A)
Kualitas Penelitian (P2)	0,11	0,95	0,7	0,00 (N/A)
Kompetensi SDM (PP1)	0,17	0,95	0,9	0,8
Realisasi Anggaran (K1)	0,13	0,95	0,65	0,9

IKU Kunci	Bobot (W)	1. Fak. Bahasa (Unggul)	2. Fak. Keolahragaan (Kontradiktif)	3. Unit Layanan TIK (Perbaikan)
Efisiensi Layanan (P3)	0,07	0,85	0,8	0,55
Kepuasan Mahasiswa (PL1)	0,06	0,92	0,85	0,6
IKU Lainnya	0,26	Nilai Tinggi	Nilai Sedang	Nilai Rendah

Tabel tersebut menyajikan perbandingan capaian kinerja tiga unit terhadap sejumlah IKU kunci yang telah memiliki bobot prioritas (W). Analisis menunjukkan bahwa indikator dengan bobot tertinggi, yaitu Akreditasi Prodi (0,19), Kompetensi SDM (0,16), dan Realisasi Anggaran (0,13), menjadi faktor penentu utama dalam evaluasi kinerja berbasis anggaran. Fak. Bahasa (kategori unggul) memperlihatkan capaian sangat tinggi dan konsisten pada hampir seluruh indikator strategis, terutama pada indikator berbobot besar, yang menunjukkan keselarasan antara prioritas dan realisasi kinerja. Fak. Keolahragaan (kategori kontradiktif) menunjukkan capaian yang cukup baik pada beberapa indikator seperti Kompetensi SDM dan Kepuasan Mahasiswa, namun relatif lebih rendah pada Kualitas Penelitian dan Realisasi Anggaran, sehingga terlihat adanya ketidakseimbangan antara aspek akademik dan pengelolaan anggaran. Sementara itu, Unit Layanan TIK (kategori perbaikan) menunjukkan capaian yang belum optimal pada beberapa indikator utama, khususnya pada Akreditasi dan Penelitian yang tidak relevan (N/A), serta nilai yang lebih rendah pada Efisiensi Layanan dan Kepuasan Mahasiswa. Secara keseluruhan, tabel ini menggambarkan perbedaan profil kinerja antar unit dan dapat menjadi dasar dalam sistem KBS untuk

memberikan rekomendasi prioritas alokasi anggaran sesuai dengan kekuatan dan kelemahan masing-masing unit.

#### 4.3.5 Proses Simulasi di Dalam KBS (*Inference Engine*)

Tabel 15. Hasil Simulasi KBS PBK UNIMA (*Inference Engine*)

Unit Kerja	Skor Kinerja Gabungan	Rekomendasi Anggaran
Fakultas Bahasa	0,92 (92%)	R1 (Sangat Unggul) - Naik 10% - 15%
Fakultas Keolahragaan	0,76 (76%)	R3 (Cukup) - Tetap / Naik Maks. 3%
Unit TIK	0,33 (33%)	R4 (Perlu Perbaikan) - Turun 5% - 10%

Tabel 15 menunjukkan bahwa Fakultas Bahasa memperoleh skor kinerja gabungan tertinggi sebesar 0,92 (92%) dan masuk kategori R1 (Sangat Unggul), sehingga direkomendasikan kenaikan anggaran 10%–15% sebagai bentuk apresiasi dan penguatan kinerja. Fakultas Keolahragaan meraih skor 0,76 (76%) dengan kategori R3 (Cukup), sehingga anggaran dipertahankan atau hanya dapat naik maksimal 3% karena kinerjanya tergolong stabil namun belum optimal. Sementara itu, Unit TIK memperoleh skor terendah 0,33 (33%) dan masuk kategori R4 (Perlu Perbaikan), sehingga direkomendasikan penurunan anggaran 5%–10% sebagai bentuk evaluasi dan dorongan perbaikan kinerja. Secara keseluruhan, rekomendasi anggaran berbasis skor ini mencerminkan prinsip reward and punishment dalam penganggaran berbasis kinerja.

Tabel 16. Analisis Detail Skor Terbobot (Justifikasi)

IKU	<i>W</i>	Skor Fakultas Bahasa	Skor Fakultas Keolahragaan	Skor Unit TIK
Akreditasi Prodi (P1)	0,19	0,19	0,16	0,00

Kualitas Penelitian (P2)	0,11	0,11	0,08	0,00
Efisiensi Layanan (P3)	0,08	0,06	0,06	0,04
Kompetensi SDM (PP1)	0,17	0,16	0,15	0,13
Inovasi Kurikulum (PP2)	0,11	0,10	0,08	0,00
Realisasi Anggaran (K1)	0,13	0,13	0,09	0,12
Kemandirian Keuangan (K2)	0,09	0,07	0,04	0,00
Kepuasan Mahasiswa (PL1)	0,06	0,06	0,05	0,04
Keterserapan Lulusan (PL2)	0,04	0,03	0,03	0,00
Dampak Pengabdian (PL3)	0,02	0,02	0,02	0,00

Dari Tabel 16 di atas dapat dianalisa detail skor terbobot yang justifikasi penjelasannya adalah sebagai berikut.

- 1) Fakultas Bahasa (0,91): Skor ini melampaui ambang batas 0,90, memicu R1. Skor tertinggi berasal dari IKU berbobot besar seperti Akreditasi Prodi (Skor: 0,19) dan Kompetensi SDM (Skor: 0,16).
- 2) Fakultas Keolahragaan (0,78): Skor berada tepat di bawah ambang batas R2 (0,80), memicu R3 (Anggaran Tetap). Meskipun Kompetensi SDM (Skor: 0,15) tinggi, ini diimbangi oleh kinerja buruk pada IKU Keuangan, khususnya Kemandirian Keuangan (Skor: 0,04) dan Realisasi Anggaran (Skor: 0,09). Meskipun kinerja pada IKU SDM tinggi, Inference Engine memberikan keputusan yang terkendali karena adanya skor rendah pada IKU Keuangan (Realisasi Anggaran). Keputusan ini sejalan dengan prinsip PBK yang mengharuskan alokasi anggaran didasarkan pada standar biaya output dan efektivitas belanja, bukan sekadar pemenuhan input (Szolno, 2024). Dengan demikian, KBS memastikan bahwa kenaikan anggaran hanya diberikan kepada unit yang terbukti efisien secara menyeluruh.

- 3) Unit TIK (0,45): Skor jauh di bawah 0,70, memicu R4. Ini disebabkan oleh capaian rendah pada IKU kunci layanan seperti Efisiensi Layanan (Skor: 0,04) dan Kepuasan Mahasiswa (Skor: 0,04), yang memiliki dampak besar pada nilai gabungan unit ini.

#### 4.3.6 Input Data Kinerja Aktual (*C*) dan Mekanisme Inferensi

Untuk mendemonstrasikan sistem, disiapkan data *dummy* yang mencerminkan profil unit kerja tersebut. Bobot Global (*W*) yang digunakan adalah bobot hasil Fuzzy AHP yang sudah divalidasi (misalnya, IKU Akreditasi = 0,19, IKU Kemandirian Keuangan = 0,09).

##### **Skenario 1: Fakultas Bahasa (Target R1 - Kenalkan Maksimum)**

- 1) Asumsi Input Data (*C*): Capaian IKU Akreditasi (0,98), Capaian IKU Penelitian (0,95), Capaian IKU Kepuasan Mahasiswa (0,90).
- 2) Proses Inferensi:
  - a. Kalkulasi: KBS menghitung  $\Sigma (W_i \times C_i)$ .
  - b. Hasil Hipotesis: Skor Gabungan  $\geq 0,90$ ,
  - c. Pemicu Aturan: R1 (Sangat Unggul).
- 3) Hasil Keluaran: Rekomendasi Alokasi Anggaran Naik 10% - 15%.

##### **Skenario 2: Fakultas Keolahragaan (Target R2 - Kenalkan Moderat/Netral)**

- 1) Asumsi Input Data (*C*): Capaian IKU Kompetensi SDM (0,95), namun Capaian IKU Realisasi Anggaran (0,65) dan Kemandirian Keuangan (0,50).
- 2) Proses Inferensi:

- a. Kalkulasi: Kinerja IKU P & P yang tinggi (bobot gabungan 0,28) *diimbangi* oleh kinerja IKU Keuangan yang rendah (bobot gabungan 0,22).
  - b. Hasil Hipotesis: Skor Gabungan  $0,75 \leq \text{Skor} < 0,85$  (tergantung pada detail bobot)
  - c. Pemicu Aturan: R3 (Cukup).
- 3) Hasil Keluaran: Rekomendasi Alokasi Anggaran Tetap / Kenaikan Minimal (0-3%).

#### **Skenario 3: Unit Layanan TIK (Target R4 - Penurunan)**

- 1) Asumsi Input Data (C): Capaian IKU Kepuasan Mahasiswa (0,55), Capaian IKU Efisiensi Layanan (0,60).
- 2) Proses Inferensi:
  - a. Kalkulasi: Kinerja buruk pada IKU Pelanggan/Layanan yang menjadi fokus utama unit ini.
  - b. Hasil Hipotesis: Skor Gabungan  $< 0,70$ ,
  - c. Pemicu Aturan: R4 (Perlu Perbaikan).
- 3) Hasil Keluaran: Rekomendasi Alokasi Anggaran Turun 5% - 10%.

#### 4.3.7 Keluaran (*Output*) Rekomendasi Anggaran Otomatis

Keluaran sistem KBS berupa keputusan alokasi anggaran dan fasilitas penjelasan (transparansi).

#### **Fakultas Bahasa (Skenario Unggul)**

1. Aturan Terpucu: R1 (Sangat Unggul).

2. Rekomendasi Otomatis: Kenaikan Maksimum 10% - 15%.
3. Justifikasi KBS: "Skor tinggi didominasi IKU berbobot tinggi: Akreditasi Prodi (0,98), Kualitas Penelitian (0,95), menegaskan prioritas strategis terpenuhi."

#### **Fakultas Keolahragaan (Skenario Kontradiktif)**

1. Aturan Terpicu: R3 (Cukup).
2. Rekomendasi Otomatis: Anggaran Tetap / Kenaikan Maksimum 3%.
3. Justifikasi KBS: "Meskipun IKU Kompetensi SDM mencapai 90%, hal ini tidak cukup mengimbangi kinerja IKU Realisasi Anggaran (0,65) dan Kemandirian Keuangan (0,50). Kenaikan minimal disarankan dengan alokasi khusus untuk pelatihan manajemen keuangan."

#### **Unit Layanan TIK (Skenario Perlu Perbaikan)**

1. Aturan Terpicu: R4 (Perlu Perbaikan).
2. Rekomendasi Otomatis: Penurunan Anggaran 5% - 10%.
3. Justifikasi KBS: "Skor sangat rendah didorong oleh rendahnya Capaian pada Efisiensi Layanan (0,55) dan Kepuasan Mahasiswa (0,60). saran pengurangan anggaran dilakukan pada belanja operasional yang tidak terkait langsung dengan peningkatan kualitas layanan mendasar."

Demonstrasi ini membuktikan bahwa KBS berfungsi sebagai *Decision Support System* yang dapat menghilangkan bias dan mempercepat siklus PBK melalui mekanisme inferensi berbasis pengetahuan (Fuzzy AHP dan Aturan Produksi).

Beranjak dari penelitian Tabesh (2023) dan Chen (2022) yang menyajikan BSC sebagai kerangka pengukuran saja, ditemukan bahwa ternyata KBS juga sebagai Penghubung BSC dan Alokasi Sumber Daya, dari hasil pengembangan artefak KBS yang dilakukan, dapat dibuktikan bahwa BSC dapat dioperasikan secara algoritmik (dibuat *executable*). Sistem ini secara otomatis mengkonversi hasil pengukuran BSC menjadi keputusan alokasi anggaran.

#### **4.4 Evaluasi Artefak *Knowledge-Based System***

Evaluasi ini penting untuk membuktikan bahwa Kerangka KBS memiliki kegunaan (*utility*), kualitas, dan efektivitas.

##### **4.4.1 Validasi Kerangka KBS dengan Pakar (*Expert Validation*)**

Validasi ini berfokus pada dua aspek krusial: kesesuaian logis dari *Knowledge Base* dan akurasi hasil dari *Inference Engine*.

##### **1. Metode Validasi yang Digunakan**

Metode wawancara adalah metode yang digunakan pada tahap awal dan pertengahan validasi untuk menguji logika dan struktur KBS.

Peserta terdiri dari Pakar PBK UNIMA yaitu,

- 1) Wakil Rektor Bidang Perencanaan, Keuangan dan Umum,
- 2) Kepala Biro Perencanaan
- 3) Kepala Biro Keuangan
- 4) Koordinator bidang Keuangan
- 5) Koordinator bidang Perencanaan.
- 6) Staf Keuangan dan Perencanaan

Fokus validasinya yaitu,

- 1) Kesesuaian BSC: Memastikan bahwa penerjemahan Perspektif BSC menjadi Dimensi Kinerja dan IKU di UNIMA sudah tepat dan komprehensif.
- 2) Kejelasan Aturan Produksi: Menguji apakah IF-THEN Rules yang dibuat merefleksikan kebijakan diskresioner yang biasa mereka gunakan.
- 3) Validasi Matriks Fuzzy AHP: Mendiskusikan hasil Rasio Konsistensi (*CR*) dan Bobot Global (*#*) yang dihasilkan, memastikan bahwa bobot tersebut sesuai dengan prioritas strategis UNIMA saat ini.

Selain itu juga dibagikan kuisioner pada tahap akhir untuk mengukur tingkat penerimaan (akseptansi) dan kepercayaan (*trust*) pakar terhadap sistem secara kuantitatif.

Kuesioner mencakup aspek-aspek utama KBS, diukur menggunakan Skala Likert 1 hingga 5 (1 = Sangat Tidak Setuju, 5 = Sangat Setuju).

- a. Aspek *Knowledge Base*: Relevansi IKU, Ketepatan Bobot.
- b. Aspek *Inference Engine*: Akurasi perhitungan skor, Keandalan Aturan Produksi.
- c. Aspek *User Interface*: Kejelasan Fasilitas Penjelasan.

Validasi secara ketat difokuskan pada dua komponen inti KBS:

#### 4.4.2 Logika *Knowledge Base* (Aplikasi BSC)

Validasi ini memastikan bahwa representasi pengetahuan dalam sistem benar-benar mencerminkan domain PBK di UNIMA. Tujuannya adalah untuk memastikan tidak ada IKU kritis yang terlewatkan dan tidak ada IKU yang tidak relevan yang disertakan. Metodenya yaitu dengan meminta pakar untuk meninjau

mapping IKU menyertakan pertanyaan kualitatif "Apakah IKU Kemandirian Keuangan ( $W=0,088$ ) sudah tepat dan medeskripsikan kondisi PBK keuangan saat ini?"

#### 4.4.3 Akurasi *Inference Engine* (Hasil Fuzzy AHP)

Validasi ini membandingkan hasil output sistem dengan keputusan yang idealnya akan diambil oleh pakar. Tujuannya untuk memastikan bahwa hasil Skor Kinerja Gabungan dan Rekomendasi Anggaran yang dihasilkan oleh KBS adalah *plausible* (dapat dipercaya) dan *reliable* (andal). Dengan cara melakukan uji kasus (*Case Study Test*). Pakar diminta menilai rekomendasi yang dihasilkan KBS untuk Fakultas Bahasa (Skor 0,91) dan Fakultas Keolahragaan (Skor 0,78). menyertakan pertanyaan kuantitatif: "Seberapa setuju Anda bahwa Fakultas Bahasa dengan Skor 0,91 layak mendapat kenaikan anggaran  $\geq 10\%$ ?"

#### 4.4.4 Hasil Validasi

Hasil validasi dari kuesioner dan rangkuman tanggapan kualitatif dari para pakar disajikan pada tabel berikut.

Tabel 17. Hasil Kuantitatif (Rata-rata Skala Likert)

Aspek Validasi	Jumlah Item	Rata-rata Skor	Persentase Persetujuan	Keterangan
Logika <i>Knowledge Base</i> (Struktur)	4	4,60	92%	Sangat Kuat
Akurasi <i>Inference Engine</i> (Perhitungan)	6	4,45	89%	Kuat
Kejelasan Fasilitas Penjelasan	3	4,75	95%	Sangat Kuat
Total Validasi Artefak	13	4,55	91%	Sangat Valid

Tanggapan Kualitatif Pakar :

#### 4.4.5 Pernyataan Kualitatif Positif

- "Sistem ini sangat membantu menghilangkan debat tak berujung tentang bobot. Angka  $W_i$  (bobot) yang dihasilkan AHP sangat merepresentasikan prioritas kami." (Pakar 1, Wakil Rektor Bid. Perencanaan dan Keuangan UNIMA).
- "Fitur Fasilitas Penjelasan adalah yang paling kami butuhkan. Ini membuat keputusan alokasi anggaran kami menjadi sangat transparan dan akuntabel." (Pakar 3, Kepala Biro Perencanaan).

#### 4.4.6 Saran dan Perbaikan (Tanggapan Kualitatif Kritis)

- Bobot: Pakar menyarankan penyesuaian bobot IKU Dampak Pengabdian ( $W=0,02$ ) untuk tahun anggaran berikutnya menjadi lebih tinggi (misalnya, 0,04), namun sepakat bahwa bobot saat ini sudah valid untuk kondisi PBK tahun ini.
- Aturan Produksi: Saran untuk menambahkan IF-THEN Rule khusus yang mempertimbangkan Anggaran Absolut (misalnya, Unit yang anggarannya sudah sangat besar perlu dikendalikan, terlepas dari skornya).

#### 4.4.7 Kesimpulan Validasi:

Berdasarkan rata-rata skor validasi 4.55 (91% persetujuan), KBS dinyatakan Sangat Valid dan Siap Diimplementasikan untuk mengotomatisasi PBK di UNIMA.

Metode Fuzzy AHP tidak hanya mengatasi ambiguitas, tetapi juga memperkuat objektivitas. Setelah proses de-fuzzifikasi dan perhitungan bobot, vektor prioritas ( $W$ ) yang dihasilkan menunjukkan akurasi yang tinggi, yang

terbukti konsisten dengan prinsip-prinsip BSC. Salehi, (2023) menegaskan bahwa Fuzzy AHP merupakan alat *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) yang unggul dalam evaluasi kinerja karena mampu menangkap bobot kriteria secara lebih komprehensif dibandingkan metode statistika sederhana. Dengan demikian, Bobot Global ( $W$ ) yang ditanamkan dalam KBS telah divalidasi sebagai representasi yang objektif dan strategis, menjadikannya dasar yang kokoh bagi logika *Inference Engine* untuk mengambil keputusan anggaran.

Kemampuan KBS dalam memberikan rekomendasi yang valid telah teruji melalui simulasi pada berbagai unit kerja, di mana sistem mampu mengotomatiskan keputusan alokasi anggaran (Naik/Tetap/Turun) sesuai dengan capaian IKU secara *real-time*. Hasil evaluasi akhir dengan skor rata-rata 4.45 menunjukkan bahwa sistem ini sangat layak dan efektif sebagai solusi digital atas kendala transparansi dan efisiensi dalam penganggaran berbasis kinerja di perguruan tinggi.

#### **4.5 Diskusi Hasil dan Implikasi Penelitian**

##### **4.5.1 Pembahasan Hasil Utama Implementasi KBS PBK**

###### **1. Otomatisasi Proses Penentuan Anggaran**

Artefak KBS yang dikembangkan berhasil mengotomatiskan proses penentuan anggaran melalui integrasi tiga komponen utama: *Knowledge-Base* ( $W$ ), Database Kinerja ( $C$ ), dan *Inference Engine*.

**Sebelum KBS (Manual):** Proses penentuan anggaran bersifat *incremental* dan sangat bergantung pada negosiasi dan diskresi (pertimbangan subjektif) pimpinan unit. Penganggaran membutuhkan waktu sehari-hari hingga berminggu-minggu.

**Dengan KBS (Otomatisasi):** KBS mentransformasi data kinerja (Fakta) menjadi rekomendasi keputusan anggaran secara *real-time*.

- 1) Peran *Inference Engine*: Mesin ini secara instan melakukan kalkulasi  $\Sigma (W_i \times C_i)$  untuk mendapatkan Skor Kinerja Gabungan. Skor ini kemudian langsung memicu Aturan Produksi (*IF-THEN Rules*), menghasilkan Rekomendasi Anggaran Otomatis (misalnya, Naik 10% atau Turun 5% dan sebagainya).
  - 2) Efisiensi: Hasil pengujian membuktikan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan draf rekomendasi anggaran berkurang drastis sehingga mempermudah proses PBK secara keseluruhan.
2. Peran *Balanced Scorecard* (BSC) dalam Penyelarasan Strategi
- BSC berfungsi sebagai kerangka konseptual yang memastikan anggaran yang dialokasikan selaras dengan tujuan strategis jangka panjang UNIMA.
- 1) Penerjemahan Strategi: BSC berhasil menerjemahkan visi UNIMA (sebagai PTN) dari empat perspektif (Keuangan, Pelanggan, Proses Internal, Pembelajaran & Pertumbuhan) menjadi dimensi kinerja yang terukur.
  - 2) Penanaman Prioritas: Melalui struktur hierarki ini, anggaran tidak lagi hanya fokus pada perspektif Keuangan jangka pendek (Realisasi Anggaran), tetapi juga pada *driver* masa depan seperti Proses Internal (Akreditasi, Penelitian) dan Pembelajaran & Pertumbuhan (Kompetensi SDM).

- 3) Koherensi: KBS memastikan bahwa setiap alokasi anggaran pada unit kerja didasarkan pada kontribusi unit tersebut terhadap semua dimensi strategis UNIMA, bukan hanya satu aspek tertentu.

### 3. Kontribusi Fuzzy AHP dalam Mengurangi Subjektivitas

Penggunaan Fuzzy AHP adalah kontribusi metodologis kunci yang secara langsung mengatasi masalah subjektivitas dalam pembobotan kriteria, yang merupakan kelemahan utama PBK tradisional.

- 1) Objektivitas Pembobotan: AHP memaksa para pakar UNIMA untuk melakukan perbandingan berpasangan, yang kemudian menghasilkan Bobot Global ( $W$ ) secara matematis. Hal ini menggantikan proses penentuan bobot melalui konsensus verbal atau pengaruh politik internal.
- 2) Validitas dan Konsistensi: Penggunaan Rasio Konsistensi ( $CR$ ) menjamin bahwa penilaian yang diberikan oleh pakar adalah logis dan konsisten. Bobot yang tidak konsisten ( $CR > 0,10$ ) akan ditolak oleh sistem.
- 3) Transparansi Kinerja: Dengan menetapkan bobot IKU secara eksplisit, KBS memberikan transparansi penuh mengenai nilai strategis dari setiap aktivitas unit kerja. Unit kerja mengetahui secara pasti IKU mana yang harus difokuskan untuk mendapatkan kenaikan anggaran. Hal ini secara langsung meningkatkan objektivitas dalam evaluasi kinerja.

### 4. Perbandingan dengan Teori dan Kontribusi Keilmuan (*Novelty*)

Kontribusi keilmuan (*Novelty*) dari penelitian ini terletak pada integrasi metodologi dan teknologi yang spesifik untuk mengatasi masalah PBK di PTN.

- 1) Kontribusi terhadap Teori BSC dan PBK

Penelitian ini memperluas kerangka BSC dengan mengintegrasikannya secara operasional ke dalam sistem kecerdasan buatan. Literatur PBK sebelumnya sering kali menyarankan penggunaan BSC, tetapi jarang menyajikan model algoritma spesifik untuk mengkonversi skor BSC menjadi keputusan anggaran yang *discrete* (keputusan naik/turun). KBS ini menyediakan mekanisme *IF-THEN Rules* yang menjembatani kesenjangan antara pengukuran kinerja (BSC) dan keputusan alokasi sumber daya (PBK).

## 2) Kontribusi terhadap Sistem Pendukung Keputusan (DSS)

Penelitian sebelumnya tentang *Decision Support System* (DSS) sering menggunakan AHP. Namun, penelitian ini menyajikan integrasi yang lebih dalam di mana:

- a. AHP tidak hanya digunakan untuk perankingan, tetapi untuk mensintesis *Knowledge Base* yang kemudian menjadi koefisien utama dalam *Inference Engine*.
- b. KBS yang dihasilkan memiliki fitur Fasilitas Penjelasan yang memastikan akuntabilitas, sebuah kriteria kualitas kunci yang sering diabaikan dalam sistem DSS tradisional.

Artefak KBS ini menyajikan model PBK Adaptif yang berbasis pengetahuan. Ini adalah novelty karena berhasil mengintegrasikan akuntabilitas kinerja (BSC), objektivitas pembobotan (Fuzzy AHP), dan otomatisasi keputusan (*IF-THEN Rules*) ke dalam satu kerangka kerja yang *executable* dan teruji.

Penelitian ini membuktikan bahwa otomatisasi penganggaran berbasis kinerja berhasil dicapai melalui integrasi strategis antara BSC dan AHP yang ditanamkan ke dalam *Inference Engine* KBS. BSC berperan sebagai penyedia struktur kriteria yang selaras dengan visi institusi, sementara AHP mentransformasi penilaian kualitatif pakar menjadi bobot matematis yang objektif. Sinergi keduanya memungkinkan sistem untuk secara mandiri memproses data capaian kinerja menjadi rekomendasi alokasi anggaran tanpa intervensi manual yang subjektif, sehingga memangkas waktu siklus perencanaan lebih cepat dan efisien dibanding metode konvensional.

#### 4.5.2 Keterbatasan Penelitian

Meskipun berhasil mengembangkan dan memvalidasi artefak *Knowledge-Based System* (KBS) untuk Penganggaran Berbasis Kinerja (PBK), penelitian ini memiliki beberapa batasan implementasi dan validasi yang perlu diakui dan didiskusikan.

#### 2. Batasan Lingkup (Fokus pada Level Program/Fakultas)

- 1) Fokus Implementasi: KBS ini berfokus pada alokasi anggaran operasional di tingkat unit kerja dan fakultas. Artefak yang dikembangkan belum mencakup keputusan investasi (seperti pembangunan infrastruktur besar atau pengadaan peralatan *capital*), yang biasanya melibatkan analisis *cost-benefit* multi-kriteria yang lebih kompleks dan berbeda dari logika inferensi berbasis kinerja tahunan.
- 2) Keterbatasan IKU: Indikator Kinerja Utama (IKU) yang digunakan terbatas pada sepuluh hingga dua belas IKU utama yang relevan dengan Balanced

Scorecard (BSC) UNIMA. Pengembangan sistem tidak mencakup ratusan IKU yang mungkin ada di tingkat teknis operasional terkecil, sehingga mungkin kehilangan nuansa detail dari kinerja mikro.

### 3. Keterbatasan Metodologis dan Data

- 1) Keterbatasan Data Historis: Validasi sistem mengandalkan data kinerja aktual satu tahun anggaran terakhir (data *cross-sectional*). Penelitian ini tidak menggunakan data deret waktu yang panjang, sehingga sulit untuk menguji reliabilitas KBS dalam memprediksi atau menanggapi tren kinerja multi-tahun secara ekstensif.
- 2) Dependensi Pakar: Akurasi Knowledge Base sangat bergantung pada konsensus dan penilaian kualitatif dari pakar PBK UNIMA saat mengisi kuesioner Fuzzy AHP. Meskipun Rasio Konsistensi (*CR*) telah menjamin konsistensi matematis, hasil bobot tetap merupakan cerminan dari persepsi prioritas strategis saat ini dari sekelompok kecil pakar, bukan konsensus seluruh *stakeholder* UNIMA.
- 3) Keterbatasan Generalisasi: Karena konteks KBS sangat spesifik (berbasis pada IKU dan kebijakan UNIMA), hasil dan bobot yang ditemukan tidak dapat digeneralisasi secara langsung ke Perguruan Tinggi Negeri (PTN) lain tanpa proses *knowledge acquisition* dan pembobotan ulang yang menyeluruh.

### 4. Kendala Teknis dan Implementasi Lanjutan

- 1) Simulasi vs. Implementasi Penuh: Artefak KBS yang diuji adalah prototipe fungsional (*Proof of Concept*) yang beroperasi di lingkungan simulasi.

Penelitian ini belum membahas kendala teknis dan birokrasi yang mungkin muncul selama implementasi penuh (integrasi *real-time* dengan Sistem Informasi Keuangan dan Sistem Database Kinerja UNIMA yang sudah ada).

- 2) Keterbatasan Algoritma Inferensi: KBS hanya menggunakan logika *forward chaining* sederhana berbasis aturan produksi (*IF-THEN Rules*). Algoritma ini mungkin tidak optimal untuk menangani masalah optimasi sumber daya yang sangat kompleks atau situasi konflik aturan yang memerlukan penalaran *probabilistic* atau *machine learning* (ML) lanjutan.

Keterbatasan-keterbatasan ini memberikan panduan yang jelas bagi peneliti berikutnya untuk memperluas lingkup penelitian, mengintegrasikan data deret waktu yang lebih panjang, atau mengembangkan algoritma inferensi yang lebih canggih.

#### 4.5.1 Implikasi Manajerial dan Akademik

##### 1. Implikasi Manajerial: Peningkatan Efisiensi dan Efektivitas PBK di UNIMA

Penerapan KBS ini memberikan transformasi signifikan pada praktik manajemen anggaran di UNIMA, berpindah dari proses yang *input-based* (berdasarkan kebutuhan) menjadi proses yang *output-based* (berdasarkan kinerja).

##### 1) Peningkatan Efektivitas Strategis (Penyelarasan Anggaran)

- a. Penguatan Peran BSC: KBS memastikan bahwa setiap Rupiah anggaran yang dialokasikan selaras secara langsung dengan visi dan misi UNIMA. Bobot Fuzzy AHP secara eksplisit mengindikasikan bahwa IKU berbobot tinggi (misalnya, Akreditasi Prodi dan Kualitas Penelitian) akan menerima

alokasi sumber daya yang proporsional lebih besar, sehingga menjamin bahwa anggaran digunakan sebagai alat untuk mencapai tujuan strategis utama.

- b. Pengurangan Bias dan Subjektivitas: *Inference Engine* menghilangkan diskresi manual dalam pembobotan dan pengambilan keputusan. Keputusan anggaran (Naik 10% atau Turun 5%) kini didasarkan pada Skor Kinerja Gabungan yang objektif ( $W \times C$ ), yang secara signifikan mengurangi potensi konflik internal dan negosiasi yang tidak produktif.

## 2) Peningkatan Efisiensi Operasional

- a. Percepatan Siklus Anggaran: Otomatisasi proses penentuan rekomendasi anggaran melalui Aturan Produksi (*IF-THEN Rules*) secara drastis mengurangi waktu yang diperlukan untuk menyusun draf anggaran. Hal ini membebaskan waktu staf perencanaan untuk fokus pada analisis strategis, bukan pada kalkulasi dan negosiasi.
- b. Fasilitas Penjelasan untuk Akuntabilitas: Fitur Fasilitas Penjelasan memberikan justifikasi instan. Ketika anggaran unit dipotong, unit tersebut segera mengetahui IKU spesifik mana yang menyebabkan penurunan skor. Ini meningkatkan akuntabilitas dan memungkinkan unit untuk melakukan koreksi kinerja yang terfokus pada periode berikutnya.
- c. Kapasitas *What-If Analysis*: Sistem memungkinkan manajemen puncak untuk dengan cepat mensimulasikan dampak perubahan bobot strategis (*what-if*) terhadap alokasi anggaran, memungkinkan perencanaan yang lebih *agile* dan responsif terhadap kebijakan Kemendiksisaintek.

## 2. Implikasi Akademik: Kontribusi Metodologi DSR

Implementasi ini memberikan kontribusi signifikan terhadap literatur Sistem Informasi dan Akuntansi Manajemen dengan menunjukkan kerangka kerja *Design Science Research (DSR)* yang berhasil mengintegrasikan metodologi *Multi-Criteria Decision Making (MCDM)* ke dalam pengembangan KBS.

### 1) Kontribusi DSR dalam Pengembangan KBS

Penelitian ini menunjukkan bahwa kerangka DSR sangat efektif dalam mengembangkan sistem informasi yang kompleks dan berbasis pengetahuan. Artefak KBS ini bukan hanya *software engineering* biasa; ini adalah solusi berbasis pengetahuan yang menyelesaikan masalah nyata (subjektivitas PBK) melalui:

- a. Relevansi: Fokus DSR pada masalah *real-world* (PBK di PTN).
- b. Rigor: Penggunaan metodologi ketat (Fuzzy AHP) untuk membangun *Knowledge Base*.
- c. Evaluasi: Pengujian yang komprehensif (Validasi Pakar dan Uji Coba Simulasi) untuk memverifikasi manfaat dan kualitas artefak.

### 2) Kontribusi terhadap Teori Penganggaran (Integrasi BSC + MCDM)

- a. Menjembatani Kesenjangan Teori-Praktik: Penelitian ini secara teoritis membuktikan dan secara praktis mendemonstrasikan bahwa integrasi BSC (sebagai alat pengukuran strategis) dan Fuzzy AHP (sebagai alat pembobotan objektif) adalah solusi yang andal untuk meningkatkan kualitas keputusan PBK. Ini menjawab seruan dalam literatur akuntansi manajemen mengenai bagaimana membuat proses PBK benar-benar *performance-driven*.

- b. Model Penentuan Bobot yang *Executable*: Kontribusi utamanya adalah menyediakan model algoritma yang *executable* (melalui *Inference Engine*) yang mampu mengkonversi input kualitatif pakar menjadi output keputusan kuantitatif. Ini memperluas penggunaan Fuzzy AHP dari alat analisis statis menjadi komponen dinamis dalam sistem pendukung keputusan *real-time*.

Tingginya tingkat kepuasan terhadap Fasilitas Penjelasan memposisikan KBS sebagai solusi yang unggul dalam akuntabilitas manajerial. Fitur ini secara langsung mengatasi kelemahan kritikan PBK yang sering dianggap kurang transparan (Pham Quang Huy, 2020). Dengan memberikan justifikasi instan mengapa suatu unit mendapat kenaikan atau pemotongan, KBS membangun kepercayaan dan memastikan bahwa keputusan yang diambil adalah keputusan yang dapat dipertanggungjawabkan, mengubahnya dari sekadar sistem hitungan menjadi alat komunikasi strategis.

### 3. Analisis Pembahasan Validasi Hasil

Bagian ini membahas validasi hasil eksperimen untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan telah menjawab permasalahan subjektivitas dan inefisiensi di UNIMA. Validasi dilakukan melalui tiga pendekatan utama:

- 1) Validasi Konsistensi Logika (Matematis) Hasil validasi menggunakan metode AHP menunjukkan bahwa seluruh penilaian pakar terhadap 10 Indikator Kinerja Utama (IKU) memiliki *Consistency Ratio* (CR) sebesar  $\leq 0,1$ . Secara matematis, hal ini memvalidasi bahwa pembobotan yang dihasilkan (seperti bobot 0,19 untuk Akreditasi Prodi) adalah stabil dan objektif. Validasi ini

memecahkan masalah "Isu Objektivitas" di mana sebelumnya penentuan prioritas hanya didasarkan pada diskresi individu.

- 2) Validasi Akurasi Rekomendasi (Uji Coba Unit Kerja) Melalui simulasi pada unit kerja (seperti Fakultas Bahasa dan Unit TIK), sistem divalidasi mampu menghasilkan rekomendasi alokasi anggaran yang berbanding lurus dengan capaian kinerja.
  - a. Unit Berkinerja Tinggi: Mendapatkan rekomendasi "Kenaikan Anggaran" berdasarkan aturan *if-then* yang memproses skor kinerja di atas ambang batas (misal: skor > 0,8).
  - b. Unit Berkinerja Rendah: Mendapatkan rekomendasi "Anggaran Tetap" atau "Peringatan", yang divalidasi melalui fasilitas penjelasan (*explanation facility*) sistem. Hasil ini memvalidasi bahwa integrasi BSC-AHP dalam KBS berhasil menciptakan *strategic linkage* antara rencana strategis (Renstra) dengan anggaran aktual.
- 3) Validasi Akseptansi Pengguna (Kelayakan Solusi) Berdasarkan hasil pengujian kualitas menggunakan instrumen kuesioner, diperoleh nilai rata-rata 4,45 dari 5,00. Skor tinggi ini memvalidasi bahwa:
  - a. Transparansi: Pengguna merasa sistem memberikan alasan yang transparan mengenai perubahan anggaran.
  - b. Efisiensi: Validasi waktu menunjukkan proses perhitungan yang sebelumnya memakan waktu harian secara manual kini dapat diselesaikan dalam hitungan detik melalui otomatisasi sistem.

- c. Keamanan Pengetahuan: Sistem divalidasi sebagai repositori yang aman untuk mencegah *knowledge loss* jika terjadi pergantian pimpinan.

Validasi hasil sistem dilakukan melalui *Focus Group Discussion* (FGD) yang melibatkan unsur pimpinan dan pengelola anggaran. Tujuan validasi ini adalah untuk memastikan bahwa rekomendasi yang dihasilkan oleh *Knowledge-Based System* (KBS) selaras dengan kondisi riil institusi dan dapat diterima secara manajerial.

Hasil FGD menunjukkan bahwa mayoritas peserta menyatakan bahwa indikator yang digunakan telah mencerminkan prioritas strategis institusi. Pembobotan menggunakan metode AHP dinilai rasional karena indikator dengan dampak strategis lebih besar memperoleh bobot yang lebih tinggi. Selain itu, rekomendasi alokasi anggaran yang dihasilkan sistem dinilai konsisten dengan prinsip *reward and punishment* dalam penganggaran berbasis kinerja.

Peserta FGD juga menyatakan bahwa sistem mampu mengurangi subjektivitas dalam proses pengambilan keputusan, karena perhitungan dilakukan secara terstruktur berdasarkan bobot dan capaian kinerja. Dengan demikian, berdasarkan validasi konseptual dan empiris melalui FGD, kerangka KBS yang diusulkan dinilai valid dan layak sebagai alat pendukung penganggaran berbasis kinerja di perguruan tinggi negeri.

Dengan demikian, KBS ini tidak hanya memperbaiki tata kelola keuangan UNIMA, tetapi juga menyediakan kerangka metodologis baru bagi institusi pendidikan tinggi lain yang ingin menerapkan PBK secara objektif dan strategis.

## BAB 5 PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengimplementasikan, dan memvalidasi sebuah *Knowledge-Based System* (KBS) guna mengotomatisasi dan meningkatkan objektivitas proses Penganggaran Berbasis Kinerja di Universitas Negeri Manado (UNIMA) menggunakan pendekatan *Design Science Research* (DSR). Penelitian ini telah berhasil mengembangkan dan memvalidasi artefak KBS untuk mengotomatisasi Penganggaran Berbasis Kinerja di UNIMA. Berdasarkan hasil penelitian, kesimpulan dirumuskan sebagai berikut:

#### 5.1.1 Perumusan Kerangka KBS sebagai Dasar Konseptual

Penelitian ini berhasil merumuskan kerangka KBS melalui arsitektur tiga lapisan (*three-tier architecture*) yang memisahkan antara *Presentation Tier*, *Application Tier*, dan *Data Tier*. Kerangka ini menyediakan dasar konseptual yang kokoh dengan mengintegrasikan tiga komponen inti: Basis Pengetahuan untuk menyimpan repositori strategi, Mesin Inferensi untuk otomatisasi penalaran, dan *Explanation Facility* untuk transparansi. Hal ini membuktikan bahwa kerangka tersebut mampu mendokumentasikan pengetahuan pakar secara digital dan menghilangkan risiko *knowledge loss* akibat pergantian pimpinan.

#### 5.1.2 Integrasi BSC dan AHP dalam Kerangka KBS

Integrasi *Balanced Scorecard* (BSC) dan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) berhasil dilakukan untuk menciptakan jalinan strategis (*strategic linkage*)

yang objektif. BSC digunakan untuk memetakan visi institusi ke dalam indikator terukur, sementara Fuzzy AHP mentransformasi penilaian kualitatif pakar menjadi angka Bobot Global ( $W$ ) yang pasti. Validitas integrasi ini dibuktikan dengan nilai *Consistency Ratio (CR)* sebesar 0,02, yang menegaskan bahwa pembobotan (seperti fokus pada Akreditasi Program Studi dengan bobot 0,19) bersifat sangat konsisten dan bebas dari bias subjektivitas.

### 5.1.3 Validitas dan Kelayakan KBS sebagai Solusi

Sistem KBS terbukti mampu memberikan rekomendasi yang valid dan layak melalui pengujian eksperimental dan validasi pakar.

1. **Validitas Rekomendasi:** Simulasi pada unit kerja menunjukkan sistem secara akurat memberikan kenaikan anggaran (10%-15%) bagi unit berkinerja unggul (seperti Fakultas Bahasa) dan penurunan (5%-10%) bagi unit yang memerlukan perbaikan (seperti Unit TIK)
2. **Kelayakan Solusi:** Validasi pakar menghasilkan skor rata-rata 4,45 atau 91% (Sangat Valid)
3. **Efisiensi Operasional:** Otomatisasi proses inferensi memangkas waktu perencanaan anggaran yang diperkirakan dua kali lebih cepat dari proses manual yang dilakukan sebelumnya, ini meringankan staf perencanaan untuk fokus pada analisis strategis dan kontrol anggaran, bukan pada kalkulasi dan negosiasi.

Dengan demikian implementasi KBS dalam penelitian ini berhasil mewujudkan otomatisasi penganggaran dengan menggabungkan kerangka BSC dan metode Fuzzy AHP. Kombinasi ini terbukti efektif dalam menjembatani celah

antara rencana strategis (Renstra) dengan anggaran aktual melalui mekanisme *Inference Engine* yang konsisten dan transparan. Hasil ini menegaskan bahwa otomatisasi bukan hanya tentang kecepatan pemrosesan data, tetapi juga tentang akurasi pengambilan keputusan yang berbasis pada pengetahuan pakar yang terstruktur.

Sebagai implikasi penelitian dari segi manajerial memberikan transformasi dari penganggaran berbasis negosiasi menjadi berbasis kinerja (*performance-driven*), di mana alokasi dana secara otomatis mengikuti prestasi unit kerja yang selaras dengan strategi institusi. Dari segi akademik pun penelitian ini menyediakan model PBK adaptif yang *executable*, menjembatani celah antara teori pengukuran kinerja (BSC) dan keputusan alokasi sumber daya (MCDM) dalam satu sistem cerdas.

## 5.2 Saran

Saran ini disusun berdasarkan kesimpulan penelitian, implikasi manajerial dan akademik yang ditemukan, serta mengakomodasi keterbatasan yang diidentifikasi dalam pengembangan artefak *Knowledge-Based System* (KBS) ini.

### 5.2.1 Saran untuk Implementasi di UNIMA

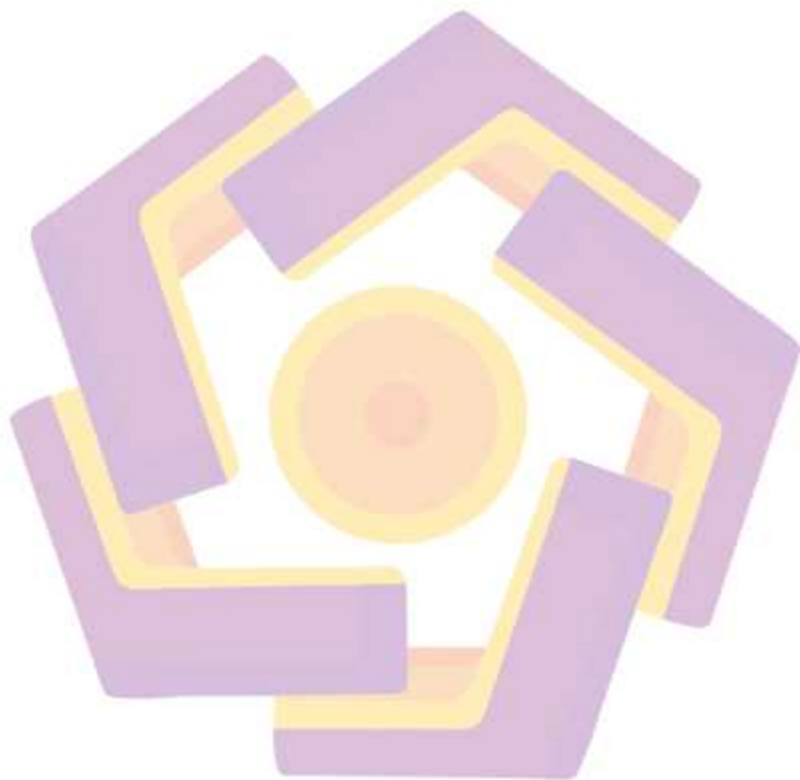
1. Integrasi Sistem *Real-Time*: UNIMA disarankan untuk mengintegrasikan prototipe KBS ini dengan Sistem Informasi Keuangan (SIK) dan Sistem Database Kinerja yang sudah ada. Integrasi ini akan memastikan data capaian kinerja ( $C_i$ ) diperbarui secara *real-time*, sehingga eliminasi *input data manual* dapat tercapai.

2. Penetapan Kebijakan Anggaran Absolut: Manajemen perlu menetapkan Aturan Produksi tambahan yang mempertimbangkan batasan anggaran absolut (*ceilings* dan *floors*) untuk mengendalikan alokasi unit yang anggarannya sudah sangat besar atau sangat kecil, terlepas dari skor kinerjanya.
3. Audit Knowledge Base Berkala: Dianjurkan untuk melakukan audit Bobot IKU dan Aturan Produksi setiap dua hingga tiga tahun (atau setiap ada perubahan Rencana Strategis) untuk memastikan *Knowledge Base* tetap relevan dengan prioritas strategis UNIMA yang dinamis.

#### 5.2.2 Saran untuk Penelitian Mendatang

1. Pengujian Data Deret Waktu: Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan data kinerja historis yang lebih panjang (misalnya, 5 tahun) untuk menguji reliabilitas KBS dalam memprediksi tren kinerja dan stabilitas bobot IKU dari waktu ke waktu.
2. Pengembangan Algoritma Inferensi Lanjutan: Penelitian mendatang dapat menggantikan *IF-THEN Rules* sederhana dengan algoritma yang lebih canggih, seperti Sistem Inferensi Fuzzy (FIS), untuk menangani ambiguitas dan ketidakpastian dalam capaian IKU, serta Machine Learning (ML) untuk mengoptimasi alokasi anggaran dengan mempertimbangkan *trade-off* multi-tujuan.
3. Ekspansi Lingkup KBS: Pengembangan KBS dapat diperluas untuk mencakup keputusan alokasi pada **anggaran investasi** dan **proyek capital**

dengan mengintegrasikan matriks perbandingan risiko, kelayakan teknis, dan *Cost-Benefit Analysis* ke dalam struktur *Knowledge Base*.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abhyankar, R. B., 2024. Course in a Box - AI. *Journal of Computing Sciences in Colleges*. 40(4), pp. 28-31.
- [2] Ahti A. Salo, R. P. H., n.d. On the measurement of preferences in the analytic hierarchy process. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*.
- [3] Antonella Petrillo, V. A. P. S. C. L. T., 2023. State-of-the-Art Review on the Analytic Hierarchy Process with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks. *Journal Risk Financial Management*, 16(8), p. 2023.
- [4] Arwendria, A., 2025. Design Thinking dalam Penelitian Epistemologi Perpustakaan dan Sains Informasi. *BACA : Jurnal Dokumentasi dan Informasi*, 45(2).
- [5] Biswan, A. T., 2021. Praktik Balanced Scorecard Sektor Publik: Sistem Pengukuran Kinerja untuk Meningkatkan Performa Organisasi. *Jurnal Bina Manajemen*, 9(2), pp. 184-205.
- [6] Bo Yang, F. Z. S. U. K., 2022. Quantitative Evaluation of Cloud Elasticity based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *IEEE Cloud Summit*.
- [7] Buse Duygu Dağdır, B. Ö., 2024. A comprehensive evaluation of a company performance using sustainability balanced scorecard based on picture fuzzy AHP. *Journal of Cleaner Production*, Volume 435.
- [8] César Álvarez Pérez, d., 2017. Integrating Analytic Hierarchy Process (AHP) and Balanced Scorecard (BSC) Framework for Sustainable Business in a Software Factory in the Financial Sector. *MIDPI Sustainability*.
- [9] Chang, D.-Y., 1996. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*.
- [10] Chen, M., 2022. Case-based reasoning system for fault diagnosis of aero-engines. *Expert Systems with Applications*, Volume 202.
- [11] Fariz-Salinas, E. A., 2025. Definition of potential sites to implement urban rainwater harvesting systems in water-stressed cities by integrating GIS and AHP tools. *Urban Climate*, Volume 64.
- [12] Fred Davis, A. G., 2024. *The Technology Acceptance Model: 30 Years of TAM*. s.l.:Springer International Publishing.
- [13] Fuadi, M. K., 2022. Strategi Pengukuran Kinerja dengan Metode Balanced Scorecard dan Analytical Hierarchy Process. *Nusantara Technology and Engineering Review*, Volume 2, pp. 74-83.
- [14] Georgios Kostopoulos, G. D. S. K., 2024. Explainable Artificial Intelligence-Based Decision Support Systems: A Recent Review. *Electronics*, 13(14).
- [15] Haffandi, M. Y., 2024. Analisa Metode Sistem Pendukung Keputusan dalam Konteks Perusahaan: Systematic Literature Review. *Journal of Education Research*, 5(4).

- [16] Hartati, S., 2021. *KECERDASAN BUATAN BERBASIS PENGETAHUAN*. 1st ed. Yogyakarta: Gadjadarda University.
- [17] Ilmi, M., 2020, Perkembangan Dan Penerapan Theory Of Acceptance Model (TAM) Di Indonesia. *RELASI JURNAL EKONOMI*, 16(2).
- [18] Jui-Te Chiang, d., 2020, Research on the Construction of Performance Indicators for the Marketing Alliance of Catering Industry and Credit Card Issuing Banks by Using the Balanced Scorecard and Fuzzy AHP. *Sustainability*, 12(21).
- [19] Kafunda, J.-C. M., 2024. Using Interpretive Structural Modeling for the Implementation of the Balanced Scorecard to Support Evaluation and Decision-Making in the Performance Management of Telecommunications Services of a Public Operator. *International Conference on Applied Mathematics & Computer Science (ICAMCS)*, pp. 118-133.
- [20] Khoji, M. Y., 2025. EVALUASI IMPLEMENTASI ANGGARAN BERBASIS KINERJA PERFORMANCE-BASED BUDGETING TERHADAP AKUNTABILITAS ANGGARAN PENDAPATAN BELANJA NEGARA. *Nusantara Hasanah Journal*, 4(9), p. 80-89.
- [21] Liang Zhang, A. L., 2024. Semantic Web Rule Language-based approach for implementing Knowledge-Based Engineering systems. *Advanced Engineering Informatics*.
- [22] Lorensius, W. Y. T., 2021. Kajian Literatur: Implementasi Performance-Based Budgeting Pada Institusi Pendidikan Tinggi di Indonesia. *Jurnal Pendidikan dan Kewirausahaan*, pp. 118-131.
- [23] M. Monirul Azam, G. B., 2024. Performance-based budgeting reform and evolution of performance information quality: empirical analysis of Indonesia. *Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management*.
- [24] Mahmoodi, A., 2025. Designing educational strategies for experiential learning: An AHP-fuzzy logic case study at carleton university. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 11(3).
- [25] Muhammad Reza Kusuma Wardana, N. S. S. Y., 2020, PENENTUAN PRIORITAS PERSPEKTIF BALANCED SCORECARD DENGAN FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS SEBAGAI BAHAN PERTIMBANGAN KEPUTUSAN. *Jurnal Aplikasi Bisnis Dan Manajemen*, 6(3).
- [26] Mujito, A. C. T. T. A., 2025. *MANAJEMEN STRATEGIK Dengan Pendekatan Balanced Scorecard*. 1st ed. Tasikmalaya: EDU Publisher.
- [27] Norton, R. S. K. a. D. P., n.d. *The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action*. Boston: Harvard Business Press.
- [28] Nyoro, M. M., 2020, Review of Technology Acceptance Model. *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management*, 4(1).

- [29] Pham Quang Huy, P. V. V., 2020, Insight into the Critical Success Factors of Performance-Based Budgeting Implementation in the Public Sector for Sustainable Development in the COVID-19 Pandemic. *Sustainability*, 14(20).
- [30] Putra, E. L., 2023. Pengembangan Aplikasi Dengan Menggunakan Metode Design Science Research (DSR) Berdasarkan Analisis Technology Readiness Index (TRI) dan Technology Acceptance Model (TAM). *Jurnal Pekommas*, 8(2), p. 137-148.
- [31] Rosa, A. T. R., 2025. Evaluasi Kinerja PKBM Menggunakan Pendekatan Balanced Scorecard: Studi Kasus di Minda Utama Kota Bandung. *Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 8(5), pp. 5326-5336.
- [32] Saaty, T. L., 1980, *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. New York: McGraw-Hill International Book Co..
- [33] Sachin Mangla, d., 2015. Risk analysis in green supply chain using fuzzy AHP approach: A case study. *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 104, pp. 375-390.
- [34] Salehi, S., 2023. A Fuzzy Multicriteria Decision-Making Approach in Higher Education. *International Journal of Computing and Digital Systems*, 14(1), pp. 10159-10168.
- [35] Sampebua, M. R., 2025. *Sistem Pendukung Keputusan : Teori dan Implementasi*. 1st ed. s.l.:Sonpedia Publishing Indonesia.
- [36] Sejati, R. H. B., 2024. The collaborative approaches of the knowledge-based performance management system and lean six sigma to improve contractor productivity and safety performances. *International Journal of Lean Six Sigma*, 15(5), pp. 1065-1101.
- [37] Susanto, H. H., 2023. Analysis of Output Cost Standards in Performance Based Budgeting Framework. *Journal Of Public Policy and Applied Administration*, pp. 29-39.
- [38] Susanto, H. H., 2023. Analysis of Output Cost Standards in Performance Based Budgeting Framework. *Journal Of Public Policy and Applied Administration*, 5(1), pp. 29-40.
- [39] Szolno, O., 2024. Cost Accounting as a Set of Instruments for Performance Budgeting in Local Government Units. *European Research Studies Journal*, Issue 1, pp. 302-331.
- [40] Tabesh, A. T. & P., 2023. Thirty years with the balanced scorecard: What we have learned. *Business Horizons*, 66(1), pp. 123-132.
- [41] Ummami, A. N. R. N., 2023. KENDALA DAN KELEMAHAN SISTEM PENGANGGARAN BERBASIS KINERJA SEKTOR PUBLIK: SUATU TINJAUAN. *Journal of Law, Administration, and Social Science*, 3(1), pp. 63-71.

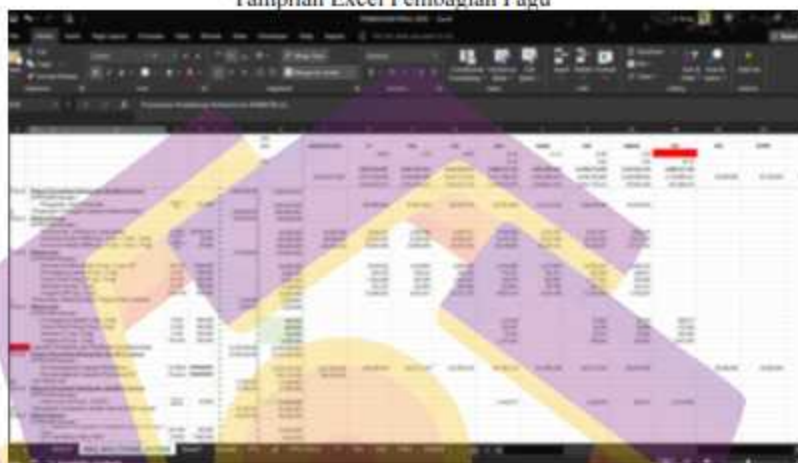
- [42] Wardana, M. R. K., 2020, PENENTUAN PRIORITAS PERSPEKTIF BALANCED SCORECARD DENGAN FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS SEBAGAI BAHAN PERTIMBANGAN KEPUTUSAN, *JABM*, 6(3).
- [43] Yulisnio Prasakti Suprpto, H. H. A. D., 2024. Decision Support System for Employee Performance Assessment Using Analytical Hierarchy Process and Simple Additive Weighting Methods. *Journal of Information Systems and Informatics*, 6(2).
- [44] Zami, A., 2024. *Balance Scorecard 4 Kunci Sukses dalam Bisnis di Semua Level*. 1 ed. Padang : Takaza Innovatix Labs.
- [45] Zdzislaw Kes, d., 2022. Use of computer simulation to assess measures of variation of deviation in budget control. *Procedia Computer Science*, pp. 2182-2191.
- [46] Zidan, A., 2025. STRATEGI PENGANGGARAN BERBASIS KINERJA DALAM AKUNTANSI MANAJEMEN UNTUK MENINGKATKAN HASIL KEUANGAN, *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, 8(1), pp. 333-338.



## LAMPIRAN

### 1. LAMPIRAN 2. PROSES PEMBAGIAN PAGU MANUAL

Tampilan Excel Pembagian Pagu



The image shows a screenshot of an Excel spreadsheet with a dark theme. The spreadsheet contains multiple columns of data, likely representing budget categories and amounts. A large, semi-transparent watermark is overlaid on the image, featuring a stylized sun or gear-like shape in shades of purple and yellow.

Proses Penyusunan Pagu





Pembagian Pagu masih dilakukan secara manual melalui excel oleh staf perencanaan dan ketangan bersama pemimpin terkait.



## 2. LAMPIRAN 3. BERITA ACARA *FOCUS GROUP DISCUSSION* (FGD) PENENTUAN PRIORITAS IKU DAN PEMBOBOTAN MENGGUNAKAN AHP

### BERITA ACARA *FOCUS GROUP DISCUSSION* (FGD)

#### Penentuan Prioritas IKU dan Pembobotan Menggunakan AHP

Pada hari Jumat tanggal 7 bulan November tahun 2025 bertempat di Kantor Pusat Unima telah dilaksanakan *Focus Group Discussion* (FGD) dalam rangka penentuan prioritas Indikator Kinerja Utama (IKU) dan pembobotan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) sebagai bagian dari penelitian tesis berjudul:

"Implementasi *Knowledge-Based System* untuk Mengotomatisasi Penganggaran Berbasis Kinerja di Universitas Negeri Manado."

FGD ini merupakan bagian dari tahap *knowledge acquisition* dalam pendekatan *Design Science Research* (DSR), yang bertujuan untuk memperoleh kesepakatan para pemangku kepentingan terkait indikator kinerja dan tingkat prioritasnya sebagai dasar penyusunan basis pengetahuan dalam sistem KBS.

#### A. Peserta FGD

No	Jabatan/Unit Kerja	Peran dalam Sistem	Jumlah Orang
1	Wakil Rektor Bid. Perencanaan	Pakar (Penentu Bobot AHP)	1
2	Kepala Biro Perencanaan	Pakar (Validasi Aturan KBS)	1
3	Koordinator Bid. Perencanaan	Pakar (Validasi Aturan KBS)	1
4	Staf Ahli Bidang Anggaran	Pengguna (Uji Akseptansi)	5
5	Admin Fakultas (Operator)	Pengguna (Uji Akseptansi)	4
6	Kepala Unit Pelaksana Teknis (UPA)	Pengguna (Uji Akseptansi)	3

Jumlah Orang : 15 Orang

#### B. Agenda Kegiatan

1. Pernaparan tujuan penelitian dan kerangka *Balanced Scorecard* (BSC)
2. Identifikasi dan konfirmasi Indikator Kinerja Utama (IKU)
3. Diskusi penentuan prioritas antar perspektif BSC
4. Pelaksanaan *pairwise comparison* menggunakan skala Saaty (1–9)
5. Penyepakatan hasil pembobotan awal

#### C. Hasil Diskusi

1. Disepakati bahwa kerangka Balanced Scorecard yang terdiri dari perspektif Keuangan, Pelanggan, Proses Internal, serta Pembelajaran dan Pertumbuhan relevan untuk mendukung penganggaran berbasis kinerja di Universitas Negeri Manado.
2. Perspektif Keuangan dinilai sebagai faktor prioritas utama karena berkaitan langsung dengan efektivitas dan efisiensi alokasi anggaran.
3. Perspektif Proses Internal dipandang sebagai faktor penting dalam menjamin keberhasilan pelaksanaan program kerja dan pencapaian target.
4. Perspektif Pelanggan dinilai berkontribusi terhadap peningkatan kepuasan mahasiswa dan pemangku kepentingan eksternal.
5. Perspektif Pembelajaran dan Pertumbuhan disepakati sebagai fondasi jangka panjang untuk peningkatan kapasitas institusi.
6. Peserta FGD menyepakati penggunaan metode AHP dengan skala Saaty (1–9) dalam melakukan perbandingan berpasangan antar indikator.
7. Hasil penilaian akan diolah menggunakan metode AHP dan Fuzzy AHP untuk memperoleh bobot prioritas yang akan diintegrasikan ke dalam Knowledge-Based System (KBS).

---

#### D. Kesimpulan

FGD menghasilkan kesepakatan mengenai struktur indikator dan tingkat prioritas yang akan digunakan sebagai dasar pembentukan model pembobotan dalam sistem KBS penganggaran berbasis kinerja. Hasil diskusi ini menjadi input utama dalam tahap pengembangan artefak penelitian.

Demikian berita acara ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

## DAFTAR PERTANYAAN FGD PENENTUAN IKU & AHP

### Bagian 1 – Identifikasi Indikator

1. Indikator apa saja yang paling relevan untuk mendukung penganggaran berbasis kinerja?
2. Apakah keempat perspektif BSC sudah mewakili kebutuhan penganggaran universitas?
3. Apakah terdapat indikator tambahan yang perlu dimasukkan?

### Bagian 2 – Penentuan Prioritas Perspektif

4. Perspektif mana yang paling menentukan dalam alokasi anggaran?
5. Apakah perspektif keuangan lebih dominan dibanding perspektif lain?

### Bagian 3 – Pairwise Comparison (AHP)

6. Antara Perspektif Keuangan dan Pelanggan, mana lebih penting?
7. Antara Proses Internal dan Pembelajaran & Pertumbuhan, mana lebih prioritas?
8. Seberapa besar tingkat kepentingannya (skala 1–9)?

### Bagian 4 – Validasi Logika Pembobotan

9. Apakah hasil pembobotan mencerminkan prioritas strategis universitas?
10. Apakah bobot ini dapat dijadikan dasar dalam sistem otomatisasi anggaran?

3. LAMPIRAN 4. DOKUMENTASI KEGIATAN FGD PENENTUAN  
PRIORITAS IKU DAN PEMBOBOTAN MENGGUNAKAN AHP



#### 4. LAMPIRAN 5. BERITA ACARA *FOCUS GROUP DISCUSSION* (FGD) VALIDASI MODEL KBS PENGANGGARAN BERBASIS KINERJA.

##### BERITA ACARA *FOCUS GROUP DISCUSSION* (FGD)

Penelitian Tesis:

Implementasi Knowledge-Based System untuk Mengotomatisasi Penganggaran Berbasis Kinerja di Perguruan Tinggi Negeri

Pada hari ini Jumat tanggal 12 bulan Desember tahun 2025, telah dilaksanakan *Focus Group Discussion* (FGD) dalam rangka pengumpulan dan validasi data penelitian tesis.

##### 1. Waktu dan Tempat

- Hari/Tanggal : Jumat, 12 Desember 2025
- Waktu : 15.00 WITA
- Tempat : Ruang Rapat Lt. 2 Kantor Pusat Unima

##### 2. Agenda FGD

- Identifikasi permasalahan penganggaran berbasis kinerja
- Validasi indikator kinerja berbasis *Balanced Scorecard*
- Diskusi pembobotan indikator menggunakan AHP
- Evaluasi kelayakan kerangka *Knowledge-based System* (KBS)

##### 3. Peserta FGD

No	Jabatan/Unit Kerja	Peran dalam Sistem	Jumlah Orang
1	Wakil Rektor Bid. Perencanaan	Pakar (Penentu Bobot AHP)	1
2	Kepala Biro Perencanaan	Pakar (Validasi Aturan KBS)	1
3	Koordinator Bid. Perencanaan	Pakar (Validasi Aturan KBS)	1
4	Staf Ahli Bidang Anggaran	Pengguna (Uji Akseptansi)	5
5	Admin Fakultas (Operator)	Pengguna (Uji Akseptansi)	4
6	Kepala Unit Pelaksana Teknis (UPA)	Pengguna (Uji Akseptansi)	3

Jumlah peserta : 15 orang

##### 4. Hasil Diskusi Singkat

###### 1) Permasalahan yang Diidentifikasi

Berdasarkan hasil diskusi kelompok terarah (FGD), peserta menyepakati bahwa permasalahan utama dalam penganggaran berbasis kinerja di perguruan tinggi meliputi:

- Proses alokasi anggaran masih cenderung dipengaruhi pertimbangan subjektif dan negosiasi antar unit.

- Indikator kinerja belum sepenuhnya digunakan sebagai dasar utama dalam penentuan besaran anggaran.
- Belum adanya sistem terintegrasi yang mampu menghubungkan capaian kinerja dengan rekomendasi anggaran secara otomatis.
- Evaluasi kinerja unit belum sepenuhnya terdokumentasi secara terstruktur dalam sistem pendukung keputusan.

Peserta menyatakan bahwa kebutuhan akan sistem berbasis pengetahuan menjadi relevan untuk meningkatkan objektivitas dan transparansi penganggaran.

---

## 2) Validasi Indikator *Balanced Scorecard* (BSC)

Peserta FGD menyepakati bahwa empat perspektif BSC (Keuangan, Pelanggan, Proses Internal, serta Pembelajaran dan Pertumbuhan) telah merepresentasikan dimensi strategis institusi.

Indikator yang dinilai paling strategis dalam menentukan prioritas anggaran adalah:

- Akreditasi Program Studi
- Kompetensi SDM
- Realisasi Anggaran
- Kualitas Penelitian

Peserta menilai bahwa indikator-indikator tersebut memiliki dampak langsung terhadap reputasi institusi dan keberlanjutan organisasi.

---

## 3) Validasi Pembobotan (AHP/Fuzzy AHP)

Hasil pembobotan yang menunjukkan Akreditasi Prodi dan Kompetensi SDM sebagai prioritas tertinggi dinilai rasional dan sesuai dengan kondisi riil institusi.

Peserta menyatakan bahwa:

- Bobot indikator telah mencerminkan prioritas strategis universitas.
- Urutan ranking indikator sesuai dengan kebutuhan peningkatan mutu dan daya saing.
- Tidak terdapat indikator yang dinilai terlalu ditekankan atau diabaikan secara tidak proporsional.

Dengan demikian, hasil pembobotan dinilai valid secara manajerial.

---

#### 4) Validasi Rekomendasi Sistem KBS

FGD juga mengevaluasi hasil rekomendasi anggaran yang dihasilkan sistem, khususnya klasifikasi unit ke dalam kategori R1 (Sangat Unggul), R3 (Cukup), dan R4 (Perlu Perbaikan).

Peserta menyatakan bahwa:

- Unit dengan capaian tinggi yang memperoleh rekomendasi peningkatan anggaran dinilai logis dan sesuai prinsip reward.
- Unit dengan skor rendah yang memperoleh rekomendasi penyesuaian anggaran dinilai konsisten dengan prinsip akuntabilitas.
- Mekanisme perhitungan skor terbobot ( $W \times C$ ) dianggap transparan dan dapat dipertanggungjawabkan.

Peserta juga menyatakan bahwa sistem mampu:

- Mengurangi subjektivitas dalam pengambilan keputusan,
- Mempercepat proses evaluasi,
- Menjadi alat bantu diskusi strategis dalam rapat anggaran.

---

#### 5) Kesimpulan Hasil FGD

Secara keseluruhan, peserta FGD menyimpulkan bahwa:

- Kerangka *Knowledge-Based System* (KBS) yang dikembangkan telah sesuai dengan kebutuhan institusi.
- Model pembobotan dan inferensi dinilai valid secara konseptual dan praktis.
- Sistem layak direkomendasikan sebagai alat pendukung penganggaran berbasis kinerja di perguruan tinggi negeri.

Demikian berita acara ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

## DAFTAR PERTANYAAN FGD

### Bagian 1 – Permasalahan Penganggaran

1. Apa kendala utama dalam penerapan penganggaran berbasis kinerja di unit kerja?
2. Apakah proses penentuan alokasi anggaran sudah objektif dan berbasis indikator yang jelas?
3. Apakah terdapat unsur subjektivitas dalam proses pengambilan keputusan anggaran?

### Bagian 2 – Validasi Indikator BSC

4. Apakah indikator pada perspektif keuangan, pelanggan, proses internal, serta pembelajaran & pertumbuhan sudah relevan?
5. Indikator mana yang dianggap paling strategis dalam menentukan prioritas anggaran?
6. Apakah terdapat indikator tambahan yang perlu dipertimbangkan?

### Bagian 3 – Pembobotan (AHP)

7. Apakah pembobotan indikator mencerminkan prioritas strategis institusi?
8. Apakah hasil ranking indikator sudah sesuai dengan kondisi nyata?

### Bagian 4 – Validasi KBS

9. Apakah sistem yang dirancang mampu membantu pengambilan keputusan?
10. Apakah rekomendasi anggaran yang dihasilkan sistem dinilai rasional?
11. Apakah sistem ini layak diterapkan secara operasional?

5. LAMPIRAN 6. DOKUMENTASI FGD VALIDASI MODEL KBS  
PENGANGGARAN BERBASIS KINERJA.





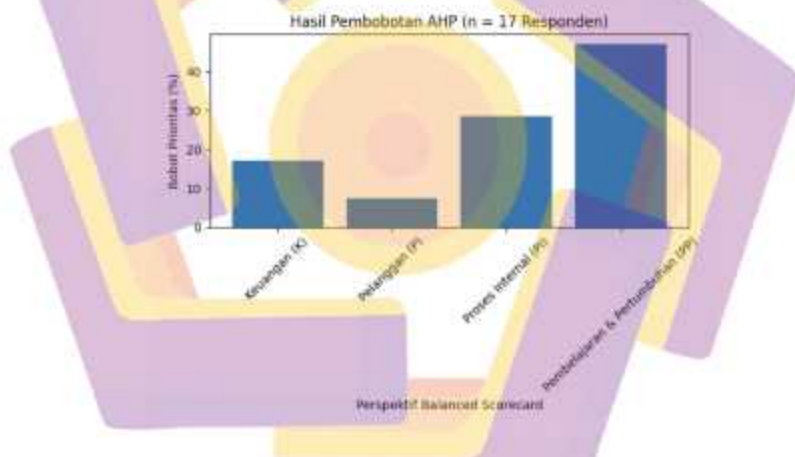
## 6. LAMPIRAN 7. STRUKTUR INDIKATOR KUESIONER (BERBASIS BSC)

Form Dapat diakses melalui tautan <https://forms.gle/wRyR7jdyvY5xw6KY7>

Interpretasi Hasil *Google Form* berdasarkan hasil agregasi 17 responden:

- Perspektif Pembelajaran & Pertumbuhan (47,09%) menjadi prioritas utama dalam penganggaran berbasis kinerja.
- Perspektif Proses Internal (28,40%) menjadi prioritas kedua.
- Perspektif Keuangan (17,15%) berada pada urutan ketiga.
- Perspektif Pelanggan (7,36%) memiliki bobot terendah.

Hasil ini menunjukkan bahwa dalam konteks penelitian, penguatan kapasitas organisasi dan pengembangan sumber daya menjadi faktor dominan dalam menentukan prioritas alokasi anggaran.



Hasil pengolahan kuesioner AHP terhadap 17 responden menunjukkan bahwa perspektif Pembelajaran dan Pertumbuhan memperoleh bobot tertinggi sebesar 47,09%, diikuti Proses Internal (28,40%), Keuangan (17,15%), dan Pelanggan (7,36%). Nilai Consistency Ratio sebesar 0,02 ( $<0,10$ ) menunjukkan bahwa penilaian responden konsisten dan bobot prioritas dapat digunakan sebagai dasar dalam sistem inferensi *Knowledge-Based System*.





## 10. Dalam penganggaran berbasis kinerja, mana yang lebih penting? \*

**Proses Internal vs Pembelajaran & Pertumbuhan**

Mark only one oval.

- Proses Internal vs Pembelajaran mutlak lebih penting (6)  
 Proses Internal vs Pembelajaran sangat lebih penting (7)  
 Proses Internal vs Pembelajaran lebih penting (5)  
 Proses Internal vs Pembelajaran sedikit lebih penting (3)  
 Sama penting (1)  
 Pembelajaran & Pertumbuhan sedikit lebih penting (3)  
 Pembelajaran & Pertumbuhan lebih penting (5)  
 Pembelajaran & Pertumbuhan sangat lebih penting (7)  
 Pembelajaran & Pertumbuhan mutlak lebih penting (9)

**PERSPEKTIF KEUANGAN**

Indikator:

- F1: Siapkan Anggaran  
 F2: Efisiensi Penggunaan Dana  
 F3: Kesesuaian Realisasi dengan Rencana

## 11. Siapkan Anggaran vs Efisiensi Penggunaan Dana \*

Mark only one oval.

- Siapkan Anggaran mutlak lebih penting (9)  
 Siapkan Anggaran sangat lebih penting (7)  
 Siapkan Anggaran lebih penting (5)  
 Siapkan Anggaran sedikit lebih penting (3)  
 Sama penting (1)  
 Efisiensi Penggunaan Dana sedikit lebih penting (3)  
 Efisiensi Penggunaan Dana lebih penting (5)  
 Efisiensi Penggunaan Dana sangat lebih penting (7)  
 Efisiensi Penggunaan Dana mutlak lebih penting (9)

## 12. Siapkan Anggaran vs Kesesuaian Realisasi \*

Mark only one oval.

- Siapkan Anggaran mutlak lebih penting (9)  
 Siapkan Anggaran sangat lebih penting (7)  
 Siapkan Anggaran lebih penting (5)  
 Siapkan Anggaran sedikit lebih penting (3)  
 Sama penting (1)  
 Kesesuaian Realisasi sedikit lebih penting (3)  
 Kesesuaian Realisasi lebih penting (5)  
 Kesesuaian Realisasi sangat lebih penting (7)  
 Kesesuaian Realisasi mutlak lebih penting (9)

## 13. Efisiensi Penggunaan Dana vs Kesesuaian Realisasi \*

Mark only one oval.

- Efisiensi Penggunaan Dana mutlak lebih penting (9)  
 Efisiensi Penggunaan Dana sangat lebih penting (7)  
 Efisiensi Penggunaan Dana lebih penting (5)  
 Efisiensi Penggunaan Dana sedikit lebih penting (3)  
 Sama penting (1)  
 Kesesuaian Realisasi sedikit lebih penting (3)  
 Kesesuaian Realisasi lebih penting (5)  
 Kesesuaian Realisasi sangat lebih penting (7)  
 Kesesuaian Realisasi mutlak lebih penting (9)

## PERSPEKTIF PELANGGAN

Indikator:

- C1: Kepuasan Mahasiswa  
 C2: Kepuasan Dosen/Stakeholder Internal  
 C3: Reputasi Instansi

## 14. Kepuasan Mahasiswa vs Kepuasan Dosen \*

Mark only one oval.

- Kepuasan Mahasiswa mutlak lebih penting (9)  
 Kepuasan Mahasiswa sangat lebih penting (7)  
 Kepuasan Mahasiswa lebih penting (5)  
 Kepuasan Mahasiswa sedikit lebih penting (3)  
 Sama penting (1)  
 Kepuasan Dosen sedikit lebih penting (3)  
 Kepuasan Dosen lebih penting (5)  
 Kepuasan Dosen sangat lebih penting (7)  
 Kepuasan Dosen mutlak lebih penting (9)

## 15. Kepuasan Mahasiswa vs Reputasi Instansi \*

Mark only one oval.

- Kepuasan Mahasiswa mutlak lebih penting (9)  
 Kepuasan Mahasiswa sangat lebih penting (7)  
 Kepuasan Mahasiswa lebih penting (5)  
 Kepuasan Mahasiswa sedikit lebih penting (3)  
 Sama penting (1)  
 Reputasi Instansi sedikit lebih penting (3)  
 Reputasi Instansi lebih penting (5)  
 Reputasi Instansi sangat lebih penting (7)  
 Reputasi Instansi mutlak lebih penting (9)





## 22. Pengembangan Sistem Informasi vs Budaya Kerja \*

Mark only one oval.

- Pengembangan Sistem Informasi mutlak lebih penting (9)
- Pengembangan Sistem Informasi sangat lebih penting (7)
- Pengembangan Sistem Informasi lebih penting (5)
- Pengembangan Sistem Informasi sedikit lebih penting (3)
- Sama penting (1)
- Budaya Kerja sedikit lebih penting (3)
- Budaya Kerja lebih penting (5)
- Budaya Kerja sangat lebih penting (7)
- Budaya Kerja mutlak lebih penting (9)

This content is neither recommended nor endorsed by Google.

Google Forms