

TESIS

**PENDEKATAN METODE AHP-TOPSIS DAN ANOVA DALAM
PEMBUATAN FRAMEWORK PENGEMBANGAN SOFTWARE
BERDASARKAN KARAKTERISTIK ISO 12207:2017**



Disusun oleh:

Nama : Rizqi Mirza Fadilla
NIM : 23.55.1367
Konsentrasi : Digital Transformasi Inteligent

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2025

TESIS

**PENDEKATAN METODE AHP-TOPSIS DAN ANOVA DALAM
PEMBUATAN FRAMEWORK PENGEMBANGAN SOFTWARE
BERDASARKAN KARAKTERISTIK ISO 12207:2017**

***AHP-TOPSIS AND ANOVA METHOD APPROACH TO CREATE A
SOFTWARE DEVELOPMENT FRAMEWORK BASED ON ISO 12207:2017
CHARACTERICTICS***

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat Pascasarjana



Disusun oleh:

Nama : Rizqi Mirza Fadilla
NIM : 23.55.1367
Konsentrasi : Digital Transformation Intellegent

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENDEKATAN METODE AHP-TOPSIS DAN ANOVA PEMBUATAN
FRAMEWORK PENGEMBANGAN SOFTWARE BERDASARKAN
KARAKTERISTIK ISO 12207:2017**

*AHP-TOPSIS AND ANOVA METHOD APPROACH IN SOFTWARE DEVELOPMENT
CRITERIA SELECTION ACCORDING TO ISO 12207:2017*

Dipersiapkan dan Disusun oleh

Rizqi Mirza Fadilla

23.55.1367

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Tesis
pada tanggal 4 Juli 2025

Dosen Pembimbing



Dhani Ariatmanto, S.Kom., M.Kom., Ph.D

NIK. 190302197

HALAMAN PENGESAHAN

**PENDEKATAN METODE AHP-TOPSIS DAN ANOVA PEMBUATAN FRAMEWORK
PENGEMBANGAN SOFTWARE BERDASARKAN KARAKTERISTIK ISO 12207:2017**

**AHP-TOPSIS AND ANOVA METHOD APPROACH IN SOFTWARE DEVELOPMENT
CRITERIA SELECTION ACCORDING TO ISO 12207:2017**

yang disusun dan diajukan oleh

Rizqi Mirza Fadilla

23.55.1367

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 4 Juli 2025

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Tanda Tangan

Tonny Hidayat, S.Kom., M.Kom., Ph.D.
NIK. 190302182



I Made Artha Agastya, S.T., M.Eng., PhD
NIK. 190302352



Dhani Arlatmanto, S.Kom., M.Kom., Ph.D.
NIK. 190302197



Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Magister Komputer
Tanggal 4 Juli 2025

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



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

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Rizqi Mirza Fadilla
NIM : 23.55.1367

Menyatakan bahwa Tesis dengan judul berikut:

**PENDEKATAN METODE AHP-TOPSIS DAN ANOVA PEMBUATAN FRAMEWORK
PENGEMBANGAN SOFTWARE BERDASARKAN KARAKTERISTIK ISO 12207:2017**

Dosen Pembimbing : Dhani Ariatmanto, S.Kom., M.Kom., Ph.D

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, 4 Juli 2025

Yang Menyatakan,



Rizqi Mirza Fadilla

HALAMAN PERSEMBAHAN

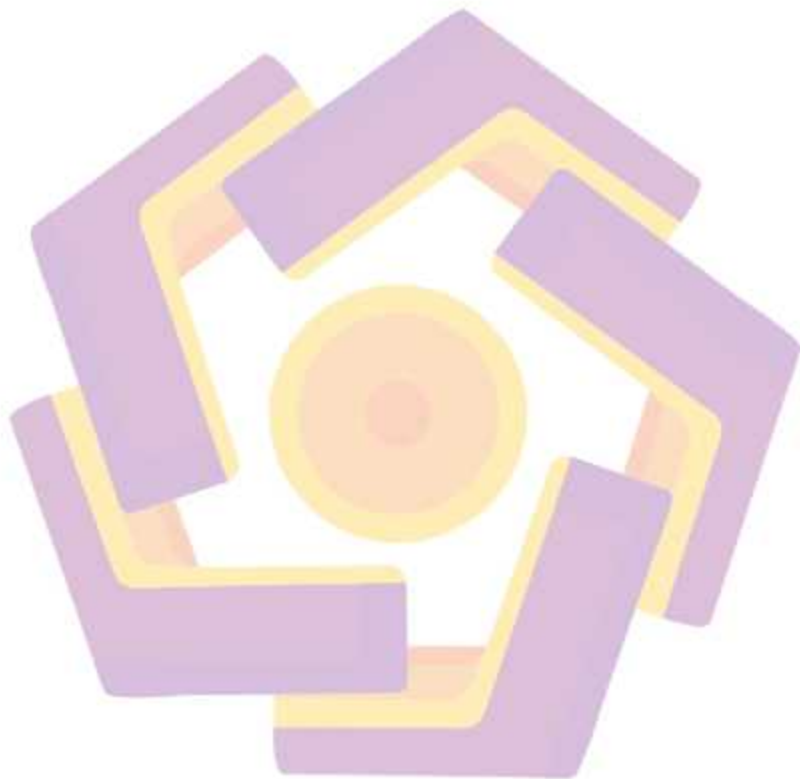
Alhamdulillahirobbilalamin. Puji syukur kehadiran Allah SWT penulis dapat menjadi pribadi yang berpikir dan berilmu, serta kemudahan yang telah diberikan akhirnya tesis ini dapat terselesaikan. Tesis ini penulis persembahkan untuk:

1. Keluarga saya, Terima kasih atas doa dan dukungan motivasinya sehingga saya dapat menyelesaikan pendidikan S2 PJJ Informatika.
2. Bapak Dhani Ariatmanto S.Kom., M.Kom., Ph.D. sebagai dosen pembimbing, terima kasih telah memberikan bimbingan dan saran sehingga tesis ini dapat terselesaikan.
3. Teman-teman seperjuangan yang selalu memberikan semangat dan dukungan dalam pengerjaan tesis ini.

HALAMAN MOTTO

"Jadilah seperti padi, semakin berisi semakin merunduk"

Hamka. (1982)



KATA PENGANTAR

Ilmu bukanlah dengan banyaknya riwayat. Ilmu tidak lain adalah sebuah cahaya yang Allah tempatkan di dalam hati. Cahaya ilmu tidak lelah menerangi kehidupan dengan sinarnya. Atas karunia dan rahmatNya, penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul "Pendekatan Metode AHP-TOPSIS dan ANOVA Dalam Seleksi Kriteria Pengembangan Software Sesuai ISO 12207:2017" salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Komputer dari Program Studi S2 PJJ Informatika Program Pascasarjana Universitas AMIKOM Yogyakarta.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penulisan, terutama kepada:

1. Prof. Dr. M. Suyanto, M.M. selaku Rektor Universitas Amikom Yogyakarta
2. Prof. Dr. Kusriani, M.Kom. selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Amikom Yogyakarta
3. Dhani Ariatmanto S.Kom., M.Kom., Ph.D selaku Pembimbing Utama

Semoga apa yang penulis kerjakan diridhoi oleh Allah SWT, karena hanya kepadaNya segala usaha dipasrahkan.

Yogyakarta, 4 Juli 2025

Rizqi Mirza Fadilla

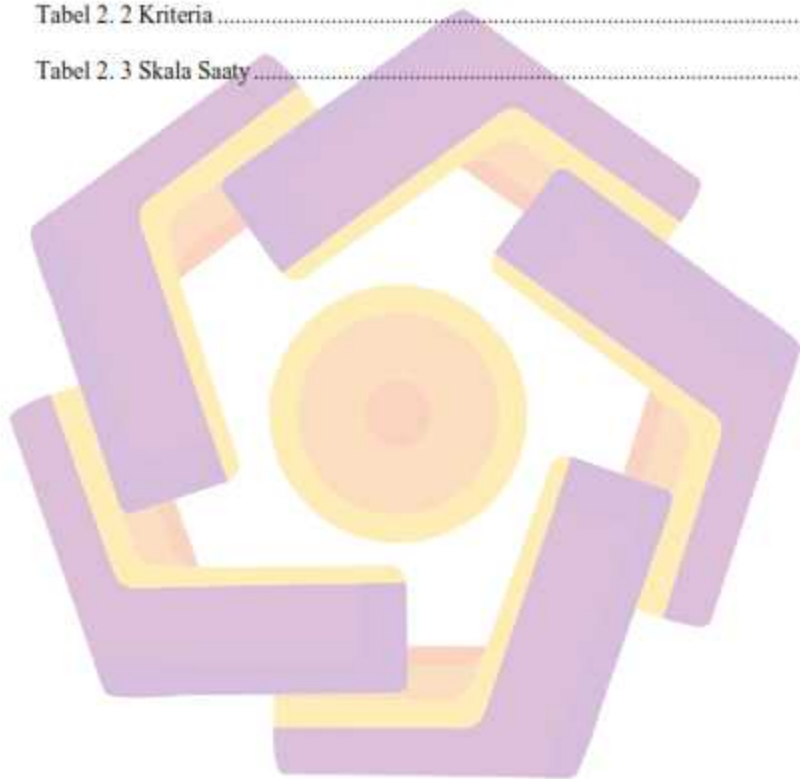
DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Tujuan Penelitian.....	6
1.5. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Tinjauan Pustaka	8
2.2. Keaslian Penelitian.....	16
2.3. Landasan Teori.....	23
2.3.1. Software.....	23
2.3.2. Pengertian ISO.....	25
2.3.3. ISO 12207:2017.....	26
2.3.3. Multi-Criteria Decision Making (MCDM).....	44
2.3.4. Metode <i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP).....	47
2.3.4. TOPSIS.....	52
2.3.5. ANOVA.....	53
BAB III METODE PENELITIAN.....	55
3.1. Jenis, Sifat, dan Pendekatan Penelitian.....	55
3.2. Kerangka Penelitian.....	55
3.3. Pengumpulan Data.....	56
3.3.1. Studi Literatur.....	56
3.3.2. Expert Judgment.....	56
3.4. Identifikasi dan Seleksi Kriteria ISO 12207:2017.....	57
3.5. Implikasi Metode AHP.....	57
3.5.1. Konstruksi Matriks Perbandingan Berpasangan.....	57
3.5.2. Konstruksi Matriks Perbandingan Berpasangan.....	58
3.6. Implikasi Metode TOPSIS.....	58
3.6.1. Identifikasi Alternatif Aktivitas Pengembangan <i>Software</i>	58
3.6.2. Konstruksi Matriks Keputusan.....	58
3.6.3. Normalisasi Matriks Keputusan.....	59
3.6.4. Kalkulasi Matriks Keputusan Ternormalisasi Terbobot.....	59

3.6.5. Determinasi Solusi Ideal Positif dan Negatif.....	59
3.6.6. Kalkulasi Jarak Relatif dan Koefisien Kedekatan.....	59
3.6.7. Perangkingan Alternatif	59
3.7. <i>Validasi Menggunakan ANOVA</i>	60
3.7.1. Formulasi Hipotesis	60
3.7.2. Implementasi ANOVA Satu Arah	60
3.7.3. Interpretasi Hasil	60
3.8. <i>Analisis dan Diskusi</i>	60
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	62
4.1. <i>Profil Responden Ahli</i>	62
4.2. <i>Identifikasi Kriteria ISO 12207:2017</i>	63
4.3. <i>Implementasi Metode AHP dalam Seleksi Kriteria ISO 12207:2017</i>	64
Implementasi <i>Analytical Hierarchy Process</i> pada Kriteria Level 1	64
4.4. <i>Pemilihan Aktivitas Dokumentasi PRD Berdasarkan Kriteria Level 1 Tertinggi</i>	69
4.5. <i>Analisis Varians (ANOVA) untuk Validasi Pembobotan Kriteria</i>	77
BAB V PENUTUP.....	85
5.1. <i>Kesimpulan</i>	85
5.2. <i>Saran</i>	86
DAFTAR PUSTAKA.....	87

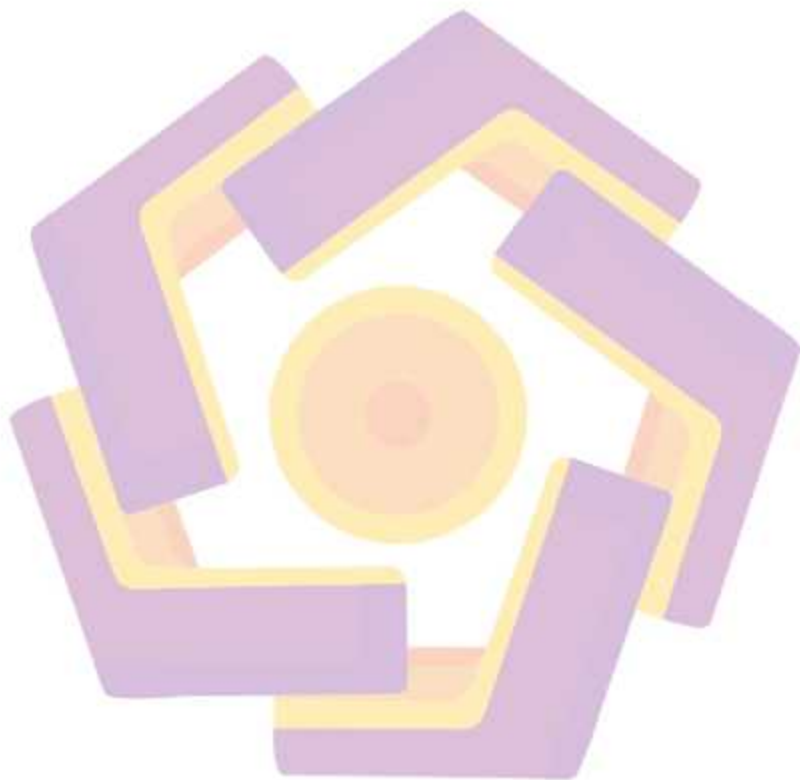
DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Matriks literatur review dan posisi penelitian Tuliskan Judul Tesis di Baris Ini	16
Tabel 2. 2 Kriteria	48
Tabel 2. 3 Skala Saaty	49



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Klasifikasi MCDM.....	45
Gambar 2. 2 Penggunaan metode MCDM di berbagai bidang.....	46
Gambar 2. 3 Hierarki Penelitian Penentuan Prioritas	49



INTISARI

Perkembangan teknologi informasi meningkatkan permintaan perangkat lunak berkualitas tinggi, sehingga diperlukan proses terstruktur dalam pengembangannya. ISO/IEC/IEEE 12207:2017 menjadi standar internasional yang mencakup proses organisasi, teknis, dan pendukung proyek, berbeda dengan ISO 9001 yang lebih umum pada manajemen kualitas. Penelitian ini menggunakan *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) dengan mengintegrasikan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dan *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). AHP menentukan bobot kriteria ISO 12207:2017 melalui perbandingan berpasangan, sementara TOPSIS memeringkat aktivitas pengembangan berdasarkan bobot tersebut. Untuk validasi, *Analysis of Variance* (ANOVA) diterapkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Proses Definisi Kebutuhan Perangkat Lunak memiliki bobot tertinggi (0,169), diikuti Implementasi (0,101), dan Operasi (0,095). Manajemen Konfigurasi Perangkat Lunak menjadi aktivitas paling kritis dengan skor TOPSIS tertinggi (0,221). ANOVA mengonfirmasi keandalan penilaian para ahli tanpa perbedaan signifikan. Penelitian ini memberikan kerangka kerja pengambilan keputusan berbasis ISO 12207:2017, membantu optimalisasi manajemen proyek perangkat lunak, serta memastikan keselarasan dengan standar internasional dan praktek terbaik industri.

Kata kunci: AHP, TOPSIS, ANOVA, ISO 12207:2017

ABSTRACT

The rapid development of information technology has increased the demand for high-quality software, necessitating a structured development process. ISO/IEC/IEEE 12207:2017 serves as an international standard encompassing organizational, technical, and project support processes, differing from ISO 9001, which focuses more generally on quality management. This study employs a Multi-Criteria Decision Making (MCDM) approach by integrating the Analytic Hierarchy Process (AHP) and the Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS). AHP determines the weight of ISO 12207:2017 criteria through pairwise comparisons, while TOPSIS ranks software development activities based on these weights. To validate the results, Analysis of Variance (ANOVA) is applied. The findings indicate that the Software Requirements Definition Process has the highest priority weight (0.169), followed by Implementation (0.101) and Operation (0.095). Software Configuration Management is identified as the most critical activity with the highest TOPSIS score (0.221). ANOVA confirms the reliability of expert evaluations, showing no significant differences. This study provides a structured decision-making framework based on ISO 12207:2017, helping optimize software project management while ensuring alignment with international standards and industry best practices.

Keyword: AHP, TOPSIS, ANOVA, ISO 12207:2017

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi informasi telah mengakibatkan transformasi dalam metodologi pengembangan sistem informasi, beralih dari pendekatan konvensional yang rigid menuju metodologi yang menekankan fleksibilitas dan adaptabilitas (Aisyah dkk., 2025). Metodologi Agile merepresentasikan pendekatan yang mengutamakan fleksibilitas, kolaborasi, dan implementasi berkelanjutan. Sehingga memfasilitasi adaptasi terhadap kebutuhan serta mempertahankan nilai bisnis yang berkelanjutan (Wahyudi dkk., 2023). Pada penelitian (Ghinafikar dkk., 2025) mengidentifikasi bahwa prioritas metodologi Agile dalam pengembangannya dengan karakteristik iteratif dan fleksibilitasnya yang dimanifestasikan melalui siklus pengembangan dan di kompresi sesuai kebutuhan stakeholder, sehingga umpan balik yang diberikan menjadi lebih cepat.

Meskipun demikian, implementasi metode Agile berdasarkan investigasi menurut (Kasauli dkk., 2021) mengekspos terutama dalam konteks dokumentasi kebutuhan yang sistematis dan berkelanjutan. Investigasi tersebut bahwa Product Requirement Document (PRD) sering kali mengalami kompleksitas perubahan dalam aplikasi metodologi Agile. User stories, sebagai fundamental dalam Agile, dievaluasi memiliki keterbatasan dalam merepresentasikan kompleksitas kebutuhan pengguna, sehingga sering gagal dalam transmisi nilai secara komprehensif. Dampak dari fenomena ini adalah kesulitan signifikan dalam

mempertahan keterlacakan, konsistensi serta sustainabilitas dokumentasi jangka panjang. Mengacu pada defisiensi dokumentasi tersebut, evaluasi standarisasi terhadap metodologi Agile menggunakan ISO 12207:2017 menjadi imperatif, yang menurut (Guerrero-Ulloa dkk., 2023) dapat berfungsi sebagai referensi normatif untuk mengevaluasi metodologi pengembangan perangkat lunak melalui asesmen komprehensif terhadap proses-proses aktivitas yang di implementasikan.

ISO 12207:2017 menyediakan kerangka kerja yang terstruktur dan sistematis untuk pengembangan perangkat lunak, yang menginkorporasi aspek perencanaan, pengelolaan, spesifikasi kebutuhan, desain arsitektural, implementasi dan validasi (ISO, 2017). ISO 12207:2017 terdiri dari tiga kriteria utama yaitu Organizational Project-Enabling Processes, Technical Management Process dan Technical Processes, dengan masing-masing kriteria mencakup berbagai proses spesifik yang saling terkait (ISO, 2017). Pada konteks penelitian ini, metodologi Analytical Hierarchy Process (AHP) diimplementasikan untuk determinasi dan pembobotan kriteria ISO 12207:2017 melalui dekomposisi struktural hierarkis dan komparasi berpasangan antar kriteria. Kriteria dalam ISO 12207:2017 dapat dievaluasi secara sistematis berdasarkan relevansinya terhadap pengembangan dokumentasi perangkat lunak khususnya pada metode Agile yang menjadi fokus investigasi. Aplikasi AHP memfasilitasi konversi evaluasi subjektif nilai numerik yang mengindikasikan prioritas relatif setiap kriteria (Kumar dkk., 2020) pada efektivitas AHP pada evaluasi proses.

Dalam determinasi ranking alternatif terhadap aktivitas pengembangan software, integrasi metodologi AHP dan Technique for Order of Preference by

Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) diaplikasikan. Pendekatan Multi-Criteria Decision Making (MCDM) ini menawarkan metodologi sistematis untuk kuantifikasi, komparasi, dan prioritasasi kriteria berdasarkan pembobotan signifikansinya. Setelah pembobotan kriteria menggunakan AHP, TOPSIS diimplementasikan untuk mengevaluasi alternatif berdasarkan jarak relatifnya terhadap solusi ideal positif dan negatif, sehingga memfasilitasi stratifikasi alternatif secara objektif. Integrasi metodologis ini telah tervalidasi efektivitasnya dalam berbagai domain, sebagaimana diilustrasikan pada studi implementasi agile manufacturing, yang dilakukan pemetaan atribut secara hierarkis dan pengukuran jarak relatif terhadap solusi ideal dapat memberikan perspektif strategis dalam proses pengambilan keputusan. Dengan demikian, integrasi AHP-TOPSIS merepresentasikan pendekatan yang memiliki relevansi dan potensialitas untuk diaplikasikan dalam konteks evaluasi dan struktur proses-proses dalam ISO 12207:2017, memungkinkan identifikasi aktivitas pengembangan software yang optimal sesuai standar internasional (Kumar dkk., 2020).

Untuk memvalidasi reliabilitas hasil pembobotan dan perankingan yang diperoleh melalui implementasi AHP-TOPSIS, penelitian ini mengaplikasikan Analysis of Variance (ANOVA) sebagai instrumen analisis statistik. ANOVA diimplementasikan untuk menguji signifikansi variasi dalam pembobotan yang ditetapkan oleh empat tenaga ahli, sehingga dapat diidentifikasi apakah terdapat perbedaan signifikan dalam evaluasi para ahli terhadap kriteria ISO 12207:2017, sebagaimana diimplementasikan oleh (Muttakin dkk., 2022) dalam studi komparatif. Melalui aplikasi ANOVA, validitas dan konsistensi pembobotan

kriteria dapat dievaluasi, sehingga memberikan fondasi yang lebih solid untuk implementasi metode AHP-TOPSIS dalam konteks seleksi kriteria pengembangan software. Hasil pengujian ANOVA diproyeksikan untuk mendemonstrasikan bahwa pembobotan kriteria yang diperoleh melalui AHP memiliki konsistensi dan reliabilitas yang adekuat untuk implementasi dalam penentuan ranking alternatif menggunakan TOPSIS.

Penelitian ini diproyeksikan untuk memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan framework dalam bidang pengembangan perangkat lunak, khususnya dalam konteks dokumentasi kebutuhan pemangku kepentingan berupa product requirement document berdasarkan ISO 12207:2017. Berdasarkan elaborasi tersebut, dapat diformulasikan judul penelitian "Pendekatan Metode AHP-TOPSIS dan ANOVA Dalam Seleksi Kriteria Pengembangan Software Sesuai ISO 12207:2017".

1.2. Rumusan Masalah

Dari permasalahan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana cara menentukan prioritas karakteristik ISO 12207:2017 dalam pengembangan perangkat lunak dengan metode agile menggunakan pendekatan AHP-TOPSIS?
- b. Bagaimana menguji signifikansi karakteristik ISO 12207:2017 terhadap analisis kinerja pengembangan perangkat lunak dengan metode ANOVA?

- c. Bagaimana merancang framework pengembangan perangkat lunak yang mengintegrasikan hasil AHP-TOPSIS dan ANOVA untuk memenuhi standar ISO 12207:2017

1.3. Batasan Masalah

Dari rumusan masalah dan latar belakang di atas, peneliti melakukan batasan masalah sebagai berikut:

- a. Pada penelitian melakukan proses pengembangan perangkat lunak berdasarkan ISO 12207:2017 dengan berfokus pada kriteria masing masing diantaranya:
1. **Organizational Project-Enabling Processes** pada *Life Cycle Model Management, Infrastructure Management, Portofolio Mangement, Human Resource Management, Quality Management dan Knowledge Management.*
 2. **Technical Management Processes** pada *Project Planning, Project Assessment and Control, Decision Management, Risk Management, Configuration Management, Information Management, Measurement dan Quality Management.*
 3. **Technical Processes** pada *Business or Mission Analysis, Stakeholder Need and Requirement Definition, System Requiremetn Definition, Architecture Definition, Design Definition, System Analysis, Implementation, Integration, verification, Transition, Validation, Operation, Maintenance, dan Disposal.*
- b. Aktivitas pada metode Agile SDLC diantaranya *Software Project Tracking and Control, Risk Management, Software Quality Assurance, Technical*

Reviews, Measurement, Software Configuration Management, Reusability Management, dan Work Product Preparation and Production.

- c. Responden yang digunakan untuk memberikan bobot pada kriteria dan aktivitas pengembangan perangkat lunak sebanyak 4 ahli.
- d. Pengujian metode AHP TOPSIS dengan menggunakan metode ANOVA
- e. Pada penelitian ini menggunakan teknik MCDM untuk melakukan integrasi metode AHP dengan TOPSIS.
- f. Metode AHP digunakan sebagai pembobotan berdasarkan kriteria yang telah dipilih berdasarkan ISO 12207:2017.
- g. Metode TOPSIS digunakan untuk memprioritaskan dalam proses atau aktivitas pengembangan perangkat lunak.
- h. Pembahasan penelitian ini tidak menyangkut pada spesifik pengembangan perangkat lunak dalam bentuk implementasi aplikasi seperti web, atau aplikasi lainnya.
- i. Penelitian ini berfokus pada menilai kriteria dan aktivitas yang menjadi prioritas dalam pengembangan perangkat lunak.

1.4. Tujuan Penelitian

Dari permasalahan dan rumusan di atas penelitian ini memiliki tujuan, di antaranya:

- a. Memberikan rekomendasi untuk meningkatkan kualitas pengembangan perangkat lunak melalui evaluasi serta perbaikan proses berdasarkan analisis kriteria ISO 12207:2017 dan prioritas aktivitas pengembangan perangkat lunak.

- b. Memanfaatkan metode AHP dalam membantu penentuan bobot kriteria berdasarkan ISO 12207:2017 untuk identifikasi, sehingga dapat memberikan prioritas yang jelas dan struktur.
- c. Memanfaatkan integrasi AHP dengan TOPSIS yang pernah dilakukan peneliti sebelumnya, sehingga dapat memberikan *framework* atau teknik terbaru dalam bidang pengembangan perangkat lunak.

1.5. Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini, peneliti ingin memberikan manfaat yang berguna dari permasalahan dan rumusan masalah yang diangkat sebagai berikut:

- a. Memberikan panduan bagi pengembang perangkat lunak untuk fokus pada kriteria dan aktivitas yang paling penting berdasarkan standar internasional, sehingga dapat menghasilkan perangkat lunak berkualitas tinggi.
- b. Penelitian ini dapat berkontribusi pada pengembangan teknik MCDM dalam konteks pengembangan perangkat lunak pada integrasi metode AHP dan TOPSIS untuk pengambilan keputusan dalam pengelolaan proyek perangkat lunak.
- c. Hasil penelitian berharap dapat meningkatkan kualitas proses pengembangan perangkat lunak dengan mengidentifikasi dan memprioritaskan aktivitas yang sesuai dengan standar ISO 12207:2017

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Berdasarkan penelitian-penelitian terkait yang telah dilakukan sebelumnya melakukan penilaian kualitas sistem informasi menggunakan metode kuantitatif untuk mendapatkan nilai akurasi yang disesuaikan dengan proses bisnis aplikasi. Peneliti memilih menggunakan model ISO/IEC 12207:2017 dengan menggunakan teknik MCDM untuk mengintegrasikan AHP dan TOPSIS, berikut peneliti terdahulu yang menjadi bahan acuan dalam penelitian ini:

Pada penelitian (Singh dkk., 2023) yang berjudul "*A Hybrid Novel Fuzzy AHP-TOPSIS Technique for Selecting Parameter-Influencing Testing in Software Development*". Tujuan dari penelitiannya adalah melakukan identifikasi *Parameter-Influencing Testing (PIT)* dan kriteria seleksi yang sesuai dengan kerangka MCDM, untuk menentukan bobot kriteria seleksi menggunakan metode Fuzzy-AHP, dan penentuan prioritas serta peringkat POT menggunakan teknik Fuzzy-TOPSIS. Untuk menunjukkan kelayakan, peneliti melakukan pertimbangan yang diusulkan di antaranya *Good Design Principles, Highly Skilled and Motivated Team, Team Awareness and Transparency, Appropriate Testing Infrastructure, Modeling, Testing Effort, Automation Testing, Verification and Validation, Release Decisions, Performance*. Sedangkan untuk 6 kriteria seleksi adalah *reliability, expandability, functionality, portability, maintenance, dan cost*. Pada prosesnya, fase pertama melakukan identifikasi dataset dengan PIT potensial dan pemilihan

kriteria. Fase kedua, menggunakan matriks kontribusi berpasangan dari kriteria seleksi berdasarkan bobot dengan menggunakan Fuzzy-AHP. Pada fase terakhir, peringkat PIT menggunakan Fuzzt-TOPSIS dan selanjutnya hasil dilakukan dengan uji korelasi Spearman dan analisis sensitivitas. Hasilnya pada penentuan bobot fuzzy dari kriteria seleksi dengan menarapkan Fuzzy-AHP menurut ahli diperoleh adalah *Reliability* (0.490), *Expandability* (0.256), *Functionality* (0.131), *Portability* (0.066), *Maintenance* (0.039), dan *Cost* (0.018). Dengan menggunakan Fuzzy-TOPSIS dalam bobot kriteria seleksi yang telah ditentukan pada teknik Fuzzy-AHP mendapatkan hasil peringkat PIT dan mempengaruhi pada parameter yang diusulkan. Dengan kerangka kerja MCDM pada penelitian ini mampu memprioritaskan PIT berdasarkan data linguistik yang diperoleh dari ahli. Pada parameter PIT *automation* testing ditemukan sebagai faktor paling penting dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pengujian. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan dalam bidang pengujian perangkat lunak dengan menawarkan pendekatan yang lebih sistematis dan objektif dalam memprioritaskan PIT.

Pada penelitian (Boonsothonsatit dkk., 2024) dengan judul "*Development of a Hybrid AHP-TOPSIS Decision-Making Framework for Technology Selection in Hospital Medication Dispensing Processes*". Tujuan dari penelitian ini adalah memilih pembiayaan teknologi yang tepat untuk meningkatkan proses pada rumah sakit dengan teknik *Multi Criteria Decision Making* (MCDM). Penelitian ini menyesuaikan teknik *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). Kriteria seleksi yang

digunakan di antaranya *Motivation for Technology Adoption (MT)*, *Impact of Innovative Technology (II)*, *Staff Technological Proficiency Levels (TP)*, *Organizational Infrastructure for Technology Implementation (OI)*, *Budget and Funding Support (BF)*, *Innovation Culture (IC)*, and *Leadership Support (LS)*. Dari kriteria seleksi yang ditentukan metode TOPSIS untuk mencari alternatif solusi dengan fokus pada tiga teknologi utama yaitu *Pick-to-Light (PTL) System*, *Carousel Storage System (CSS)*, and *Robotic Dispensing System (RDS)*. Kerangka kerja ini terdiri dari tiga lapisan, yaitu mendefinisikan tujuan masalah, mengidentifikasi kriteria kritis melalui tinjauan literatur dan wawancara ahli, dan mengevaluasi teknologi alternatif. Pendekatan hibrida menggunakan metode AHP dan TOPSIS digunakan untuk menghitung bobot kriteria dan menilai kesesuaian teknologi. Studi ini mengidentifikasi dukungan anggaran dan pendanaan, tingkat kemahiran teknologi staf, dan dukungan kepemimpinan sebagai tiga kriteria teratas yang mempengaruhi pemilihan teknologi. Teknologi "*Pick-to-Light*" disorot sebagai solusi yang menjanjikan karena efisiensi, akurasi, skalabilitas, dan kemudahan pelatihan. Temuan studi ini memberikan wawasan berharga untuk perawatan kesehatan, menawarkan kerangka kerja praktis untuk penilaian dan adopsi teknologi untuk meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas perawatan pasien.

Pada penelitian (Murnawan dkk., 2024) dengan judul penelitian "*Enhancing Software Developer Selection With Integrated F-AHP and F-TOPSIS Techniques*". Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengatasi ketidakpastian dan ambiguitas dalam menentukan kriteria dan bobot evaluasi. Sehingga dapat memfasilitasi pengambilan keputusan yang akurat jika dihadapkan dengan beberapa kriteria dan

alternatif. Metodologi yang digunakan adalah F-AHP untuk menilai tingkat kepentingan setiap kriteria melalui perbandingan berpasangan dan F_TOPSIS untuk menentukan peringkat kandidat berdasarkan bobot kriteria tersebut. Kriteria yang digunakan pada penelitian ini di antaranya *General Qualifications (KU)*, *Technical Skills (KT)*, *Soft Skills (SK)*. Pada kriteria yang digunakan masing-masing memiliki sub karakteristik sebagai berikut; *General Qualification (KU)* memiliki sub kriteria (*Last Education, Relevant Certifications, Project Portfolio, Work Experience*), pada *Technical Skills (KT)* sub kriterianya *Software Engineering Principles, Programming Languages, Libraries and Frameworks, Testing and Debugging, System Analysis and Design, Application Security*, dan untuk kriteria *Soft Skills* sub kriterianya *Foreign Languages, Verbal and Written Communication, Teamwork, Problem Solving, Independent Working, Working Under Pressure, Working with Various Technologies, Adapting to Changes*. Penelitian ini menggunakan 10 orang kandidat (CK) software developer yang dinilai berdasarkan kriteria dan sub kriteria di atas. Dengan menggunakan metode integrated F-AHP dan F-TOPSIS hasil yang didapatkan untuk mengevaluasi 10 orang kandidat software developer adalah bahwa kandidat dengan ke tujuh atau CK-7 menunjukkan *closeness coefficient (CCi)* tertinggi sedangkan untuk kandidat ke empat berada pada posisi *CCi* terendah. Penerapan metodologi F-AHP dan F-TOPSIS memberikan kerangka kerja evaluasi yang komprehensif dan terstruktur. Kerangka kerja ini berhasil mengintegrasikan aspek kualitatif dan kuantitatif, memastikan penilaian menyeluruh atas kesesuaian setiap kandidat berdasarkan berbagai kriteria dan sub kriteria.

Pada penelitian (Malacaria dkk., 2023) dengan judul penelitian "*An Application of The Analytic Hierarchy Process of the Evaluation of Companies Data Maturity*". Tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi kematangan dari data sampel perusahaan Italia dari berbagai sektor dan ukuran yang diperoleh melalui penilaian online yang diajukan kepada 261 profesional dan pengusaha yang beroperasi di domain data/TI. Pada pelaksanaan penelitian tujuannya untuk menilai kepentingan relatif dari faktor-faktor yang menentukan keberhasilan inisiatif big data menurut struktur perusahaan dan perspektif manajerial. Model yang digunakan dalam menentukan keberhasilan big data menggunakan para ahli dari *Consensual Big Data Assessment System (CBDAS)*. CBDAS menawarkan kerangka kerja konseptual yang kuat dan dilengkapi dengan penilaian praktis dan sistem rekomendasi untuk memberikan kegunaan dan penerapan bagi industri. Penilaian CBDAS disusun dalam dua bagian, yang pertama terdiri dari 40 pertanyaan yang terbagi pada delapan domain di antaranya *Data Frinedly, Data-Process Integration, Tech Infrastructure, Integrated Architecture, Data Interface, Analytical Skills, Integrated Organization, Data Friendly Approach*. Bagian kedua terdiri dari 15 pertanyaan yang berfokus pada perbandingan berpasangan karakteristik kematangan data perusahaan, yang mewakili kombinasi delapan faktor keberhasilan. Dalam penelitian ini memanfaatkan regresi multilinear dan *Principal Component Anaylysis (PCA)* untuk memahami domain yang menjadi prediktor kuat dari skor kuesioner yang digunakan. PCA membantu dalam mengungkap struktur fundamental dari data. Selanjutnya dilakukan penerapan metode AHP untuk

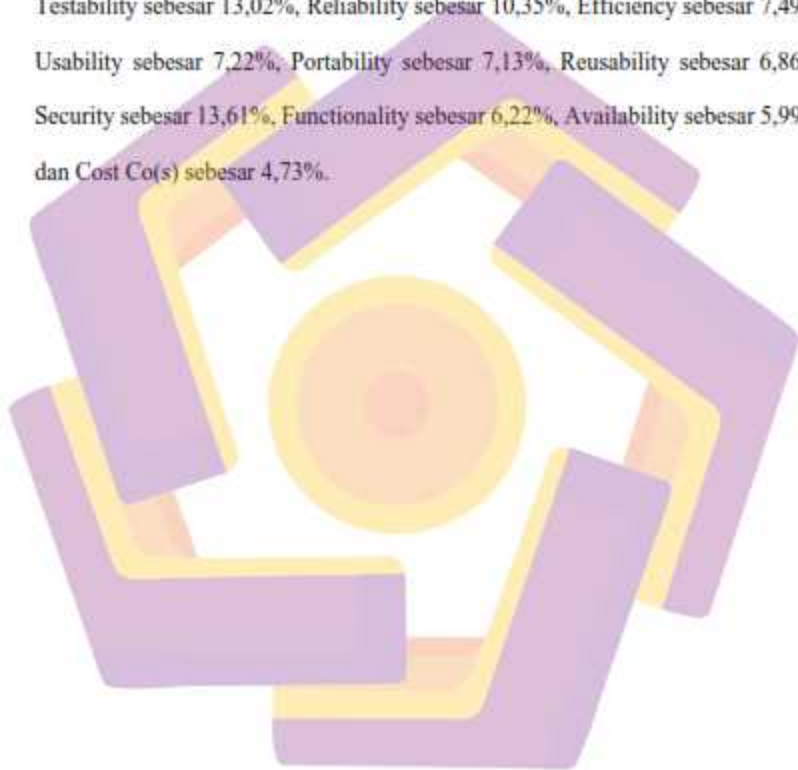
menilai persepsi subjektif pada setiap domain. Dari penilai bobot yang sudah dilakukan peneliti melakukan uji ANOVA. Pengujian ANOVA ini digunakan untuk menganalisis data dari pakar. Pertama pada pengujian mengukur perbedaan yang signifikan di antara domain dengan hasil nilai $p < 0.05$ hipotesis bahwa domain memiliki perbedaan yang signifikan. Lalu dilakukan skor perusahaan dengan ukuran yang berbeda hasilnya berlawanan dengan nilai $p > 0.05$ bahwa skor perusahaan tidak ada perbedaan yang signifikan. Dapat ditarik kesimpulan bahwa perusahaan dengan ukuran yang bervariasi memiliki aspirasi dan ambisi kematangan data yang sama.

Pada penelitian (Jha & Patnaik, 2021) dengan judul "*Assessing Overall Software Defect-Based Risk Using Analytic Hierarchy Process*". Penelitian ini menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dalam melakukan analisis risiko dan mitigasi untuk mencegah kegagalan pengembangan perangkat lunak. Penelitian ini menggunakan 20 ahli profesional dalam menentukan prioritas kesalahan yang mengarah pada risiko. Kriteria yang digunakan terdiri dari *design defects*, *coding defects*, *testing defects*, dan *requirement analysis defects*. Hasil yang pada distribusi data boxplot masing-masing kriteria memberikan berat tertinggi pada fase *testing defect* dengan nilai rata-rata 7.21, Pada rank kedua adalah *coding defect* dengan nilai rata-rata 6.87, Pada *requirement analysis defect* dengan nilai rata-rata 6.82 dan untuk *design defect* 6.74. Jika penggunaan metode AHP pada masing-masing kriteria *design defects* (25.6%), *coding defects* (25.1%), *testing defects* (23.9%), dan *requirement analysis defects* (25.3). Pada penelitiannya juga menggunakan pengujian *Analysis of Variance* (ANOVA) tes F dengan nilai yang

dihasilkan 13.604 dan nilai $P = 2.29e-08$. Pada penelitian ini dapat disimpulkan meskipun perbedaan nilai persentase kriteria, perbedaan marginal menjadi signifikan pada pengembangan perangkat lunak. Menurut AHP, kesalahan desain pada penelitian ini menjadi prioritas tertinggi dan testing menjadi kesalahan terendah yang diperoleh dari studi kasus metodologi AHP. Keputusan yang kompleks sebaiknya tidak didasarkan pada intuisi, dan AHP membantu dalam mengambil keputusan yang terinformasi. Keputusan ini mempertimbangkan evaluasi kualitatif dan kuantitatif. Menggunakan AHP menjadi rumit ketika jumlah alternatif atau kriteria terlalu banyak. Perbedaan nominal yang sangat kecil dalam beberapa prioritas cacat juga menunjukkan bahwa jika proyek perangkat lunak berskala kecil, maka mengeksekusi semua fase SDLC secara paralel (metodologi agile) mungkin menguntungkan. Perubahan kebutuhan pelanggan yang sering pada proyek perangkat lunak agile menciptakan tujuan/kriteria yang saling bertentangan, dan AHP sangat cocok untuk menyelesaikan kebingungan dalam kasus-kasus tersebut.

Pada penelitian (Belinda dkk., 2021) dengan judul "*Evaluating Software Quality Attributes using Analytic Hierarchy Process (AHP)*". Penelitian ini mengevaluasi atribut kualitas perangkat lunak dengan menggunakan model yang terdiri dari enam atribut standar berdasarkan model ISO/IEC 9126. Model yang diusulkan memberikan kerangka kerja untuk mengukur kualitas sistem E-learning, model tersebut tidak mengevaluasi pentingnya atribut kualitas, sehingga sulit untuk mengetahui bobot masing-masing atribut dalam pengambilan keputusan. Penelitian ini menggunakan Analytic Hierarchy Process (AHP). Kriteria yang digunakan

pengukuran kualitas perangkat lunak yang paling penting menurut penelitian ini adalah Maintainability, Security, Testability, Reliability, Efficiency, Usability, Portability, Reusability, Functionality, Availability, dan Cost. Hasil dari pembobotan AHP menunjukkan bobot kriteria Maintainability sebesar 17,37%, Testability sebesar 13,02%, Reliability sebesar 10,35%, Efficiency sebesar 7,49%, Usability sebesar 7,22%, Portability sebesar 7,13%, Reusability sebesar 6,86%, Security sebesar 13,61%, Functionality sebesar 6,22%, Availability sebesar 5,99%, dan Cost Co(s) sebesar 4,73%.



2.2. Keaslian Penelitian

Tabel 2. 1. Matriks literatur review dan posisi penelitian
Tuliskan Judul Tesis di Baris Ini

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Indeks Jurnal
1	<i>A hybrid novel fuzzy AHP-TOPSIS techniques for selecting parameter influencing testing in software development</i>	(Singh dkk., 2023) Decision Analytics Journal	Melakukan pengujian dengan mengidentifikasi dan memprioritaskan parameter yang mempengaruhi proses pengujian. Parameter-Influencing Testing (PIT) digunakan untuk memastikan keandalan lingkungan pengujian yang telah menarik minat para praktisi industri.	Hasil penelitian ini akan membantu para ahli industri dalam menentukan pencrapan PIT dan menunjukkan kemampuan kerangka kerja yang diusulkan untuk evaluasi dan pemeringkatan PIT. Kerangka kerja yang diusulkan menunjukkan bahwa metode ini tidak hanya efisien dalam mengelola ketidakpastian tetapi juga dalam menggambarkan data kuantitatif dan kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter pengujian otomatis memiliki bobot tertinggi.	Studi lebih lanjut diperlukan untuk menguji kerangka kerja ini di berbagai lingkungan industri dan perangkat lunak yang berbeda.	Q2 Hasil Check: https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21101098756&tip=sid&clear=0

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Indeks Jurnal
				menjadikannya parameter yang paling kritis untuk meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan cakupan proses pengujian perangkat lunak.		
2	<i>Development of a Hybrid AHP-TOPSIS Decision-Making Framework for Technology Selection in Hospital Dispensing Processes</i>	(Boonsothonsatit dkk., 2024) IEEE Access	Tujuan dari penelitian ini adalah memilih pembiayaan teknologi yang tepat untuk meningkatkan proses pada rumah sakit dengan teknik Multi Criteria Decision Making (MCDM).	Pendekatan hibrida menggunakan metode AHP dan TOPSIS digunakan untuk menghitung bobot kriteria dan menilai kesesuaian teknologi. Studi ini mengidentifikasi dukungan anggaran dan pendanaan, tingkat kemahiran teknologi staf, dan dukungan kepemimpinan sebagai tiga kriteria teratas yang mempengaruhi pemilihan teknologi. Teknologi "Pick-to-Light" disorot sebagai solusi yang menjanjikan karena efisiensi, akurasi, skalabilitas, dan	Pengembangan lebih lanjut diperlukan untuk menguji penerapan teknologi ini di rumah sakit dengan ukuran dan kompleksitas yang berbeda.	Q1 : https://www.scimagoir.com/journalsearch.php?q=21100374601&tp=sid&clean=0

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Sarin atau Kelemahan	Indeks Jurnal
				kemudahan pelatihan. Temuan studi ini memberikan wawasan berharga untuk perawatan kesehatan, menawarkan kerangka kerja praktis untuk penilaian dan adopsi teknologi untuk meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas perawatan pasien.		
3	<i>Enhancing Software Developer Selection With Integrated F-AHP and F-TOPSIS Techniques</i>	(Murnawan dkk., 2024) <i>International Journal of Engineering Continuity</i>	Untuk mengatasi ketidakpastian dan ambiguitas dalam menentukan kriteria dan bobot evaluasi. Sehingga dapat memfasilitasi pengambilan keputusan yang akurat jika dihadapkan dengan beberapa kriteria dan alternatif.	Dengan menggunakan metode integrasi F-AHP dan F-TOPSIS hasil yang didapatkan untuk mengevaluasi 10 orang kandidat software developer adalah bahwa kandidat dengan ketujuh atau CK-7 menunjukkan closeness coefficient (CCI) tertinggi sedangkan untuk kandidat ke empat berada pada posisi CCI terendah. Penerapan metodologi F-AHP dan	Studi tambahan diperlukan untuk memvalidasi kerangka kerja ini di berbagai konteks industri dan skenario pengambilan keputusan yang berbeda.	S3 : https://ejournal.sultangablisher.com/index.php/ijec/indexing

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Indeks Jurnal
				F-TOPSIS memberikan kerangka kerja evaluasi yang komprehensif dan terstruktur. Kerangka kerja ini berhasil mengintegrasikan aspek kualitatif dan kuantitatif, memastikan penilaian menyeluruh atas kesesuaian setiap kandidat berdasarkan berbagai kriteria dan sub kriteria.		
4	<i>An Application of The Analytic Hierarchy Process of the Evaluation of Companies Data Maturity</i>	(Malacaria dkk., 2023) SN Computer Science	Untuk menilai kepentingan relatif dari faktor-faktor yang menentukan keberhasilan inisiatif big data menurut struktur perusahaan dan perspektif manajerial.	Dapat ditarik kesimpulan bahwa perusahaan dengan ukuran yang bervariasi memiliki aspirasi dan ambisi kematangan data yang sama.	Penelitian ini dapat diperluas dengan menguji kerangka kerja di berbagai sektor industri dan ukuran perusahaan untuk mendapatkan wawasan yang lebih luas.	Q1: https://www.scimagoir.com/iou/malsarch.php?area=1700
5	<i>Assessing Overall Software Defect-</i>	(Jha & Patnaik, 2021)	Melakukan analisis risiko dan mitigasi untuk mencegah	penelitian ini dapat disimpulkan meskipun perbedaan nilai persentase kriteria,	Diperlukan studi lanjutan yang fokus pada penerapan metodologi AHP di proyek-proyek perangkat lunak	Q4: https://www.scimagoir.com/iou/malsarch.php?q=19700186822&tip=sid&clean=0

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Indeks Jurnal
	<i>Based Risk Using Analytic Hierarchy Process</i>	Lecture Notes in Electrical Engineering	kegagalan pengembangan perangkat lunak. Penelitian ini menggunakan 20 ahli profesional dalam menentukan prioritas kesalahan yang mengarah pada risiko.	perbedaan marginal menjadi signifikan pada pengembangan perangkat lunak. Menurut AHP, kesalahan desain pada penelitian ini menjadi prioritas tertinggi dan testing menjadi kesalahan terendah yang diperoleh dari studi kasus metodologi AHP. Keputusan yang kompleks sebaiknya tidak didasarkan pada intuisi, dan AHP membantu dalam mengambil keputusan yang terinformasi. Keputusan ini mempertimbangkan evaluasi kualitatif dan kuantitatif. Menggunakan AHP menjadi rumit ketika jumlah alternatif atau kriteria terlalu banyak. Perbedaan nominal yang sangat kecil dalam beberapa prioritas cacat	yang lebih besar dan lebih kompleks.	

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Indeks Jurnal
				<p>juga menunjukkan bahwa jika proyek perangkat lunak berskala kecil, maka mengeksekusi semua fase SDLC secara paralel (metodologi agile) mungkin menguntungkan. Perubahan kebutuhan pelanggan yang sering pada proyek perangkat lunak agile menciptakan tujuan/kriteria yang saling bertentangan, dan AHP sangat cocok untuk menyelesaikan kebingungan dalam kasus-kasus tersebut.</p>		
6	<i>Evaluating Software Quality Attributes using Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>	(Belinda dkk., 2021) International Journal of Advanced Computer Science and Applications	Mengevaluasi atribut kualitas perangkat lunak dengan menggunakan model yang terdiri dari enam atribut standar berdasarkan	Hasil dari pembobotan AHP menunjukkan bobot kriteria Maintainability sebesar 17,37%, Testability sebesar 13,02%, Reliability sebesar 10,35%, Efficiency sebesar 7,49%, Usability sebesar	Penggunaan metode ini dapat diuji pada berbagai model kualitas perangkat lunak yang lain untuk menilai apakah hasilnya konsisten.	Q3: https://www.scimagoir.com/journals/malsarch.php?q=21100867241&tip-sid&clean=0

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Indeks Jurnal
			model ISO/IEC 9126.	7,22%, Portability sebesar 7,13%, Reusability sebesar 6,86%, Security sebesar 13,61%, Functionality sebesar 6,22%, Availability sebesar 5,99%, dan Cost Co(s) sebesar 4,73%.		

2.3. Landasan Teori

2.3.1. Software

Perangkat lunak atau *software* adalah sekumpulan instruksi yang digunakan untuk menghasilkan *output* yang diinginkan dalam hal fungsi dan kinerja seperti yang ditentukan oleh pengguna. Perangkat lunak juga mencakup sekumpulan dokumen seperti *software manual* yang dimaksudkan untuk membantu pengguna memahami sistem perangkat lunak. Perangkat lunak terdiri dari *source code, executables, design documents, operations, system manual, installation and implementation manual*. Perangkat lunak meliputi (Argawal dkk., 2010):

- a. Instruksi yang ketika dijalankan memberikan fungsi dan kinerja yang diinginkan
- b. Struktur data yang memungkinkan program untuk memanipulasi informasi
- c. Dokumen yang menjelaskan pengoperasian dan penggunaan program

Dalam pembuatan perangkat lunak bukan hanya saja bagaimana membangun perangkat lunak komputer. Tetapi prosesnya adalah melakukan pendekatan pada tim pengembang untuk memilih aktivitas atau tindakan sesuai tugasnya. Tujuannya adalah untuk selalu memberikan perangkat lunak secara tepat waktu dan dengan kualitas yang memadai untuk memuaskan pengguna. Secara umum dalam mempertahankan aktivitas pengembangan perangkat lunak poin utamanya adalah komunikasi, perencanaan, model, konstruksi dan *deployment*. Pada prosesnya sendiri yang membantu pada tim pengembang yaitu mengelola dan mengontrol kemajuan, kualitas, perubahan dan risiko. Aktivitas yang perlu diperhatikan untuk membantu tim pengembang sebagai berikut (Pressman, 2010):

- a. **Software project tracking and control:** memungkinkan tim perangkat lunak untuk menilai kemajuan terhadap rencana proyek dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk menjaga jadwal.
- b. **Risk management:** menilai risiko yang mungkin mempengaruhi hasil proyek atau kualitas produk.
- c. **Software quality assurance:** mendefinisikan dan melaksanakan kegiatan yang diperlukan untuk memastikan kualitas perangkat lunak.
- d. **Technical reviews:** menilai produk kerja rekayasa perangkat lunak untuk menemukan dan menghapus kesalahan sebelum diteruskan ke aktivitas berikutnya.
- e. **Measurement:** mendefinisikan dan mengumpulkan data proses, proyek, dan produk yang membantu tim dalam menyediakan perangkat lunak yang memenuhi kebutuhan pemangku kepentingan; dapat digunakan bersama dengan semua aktivitas kerangka kerja dan payung lainnya.
- f. **Software configuration management:** mengelola dampak perubahan sepanjang proses perangkat lunak.
- g. **Reusability management:** mendefinisikan kriteria untuk penggunaan ulang produk kerja (termasuk komponen perangkat lunak) dan menetapkan mekanisme untuk mencapai komponen yang dapat digunakan kembali.
- h. **Work product preparation and production:** meliputi aktivitas yang diperlukan untuk membuat produk kerja seperti model, dokumen, log, formulir, dan daftar.

Dalam penelitian ini, aktivitas kerangka kerja pada *software engginer* digunakan sebagai alternatif yang dikombinasikan berdasarkan standarisasi yang ditentukan oleh ISO 12207:2017 untuk mengukur seberapa jauh dampak aktivitas ini menjadi pengaruh pada pengembangan perangkat lunak.

2.3.2. Pengertian ISO

ISO (Organisasi Internasional untuk Standardisasi) dan IEC (Komisi Elektroteknik Internasional) membentuk sistem khusus untuk standarisasi di seluruh dunia. Badan-badan nasional yang menjadi anggota ISO atau IEC berpartisipasi dalam pengembangan Standar Internasional melalui komite teknis yang dibentuk oleh organisasi masing-masing untuk menangani bidang kegiatan teknis tertentu. Komite teknis ISO dan IEC bekerja sama dalam bidang-bidang yang menjadi kepentingan bersama. Organisasi internasional lainnya, baik pemerintah maupun non-pemerintah, yang berafiliasi dengan ISO dan IEC, juga turut serta dalam pekerjaan tersebut. Di bidang teknologi informasi, ISO dan IEC telah membentuk komite teknis bersama, ISO/IEC JTC 1 (ISO, 2017).

Dokumen Standar IEEE dikembangkan dalam masyarakat IEEE dan Komite Koordinasi Standar dari Dewan Standar Asosiasi IEEE (IEEE-SA). IEEE mengembangkan standar melalui proses pengembangan konsensus yang disetujui oleh American National Standards Institute, yang menyatukan sukarelawan yang mewakili berbagai sudut pandang dan kepentingan untuk mencapai produk akhir. Sukarelawan tersebut tidak harus menjadi anggota Institut dan melayani tanpa kompensasi. Meskipun IEEE mengelola proses tersebut dan menetapkan aturan

untuk mempromosikan keadilan dalam proses pengembangan konsensus, IEEE tidak secara independen mengevaluasi, menguji, atau memverifikasi keakuratan informasi yang terkandung dalam standarnya (ISO, 2017).

2.3.3. ISO 12207:2017

ISO 12207:2017 merupakan standar internasional untuk *software lifecycle processes* yang menyediakan kerangka kerja untuk *software development, maintenance* dan *management*. Standar ini mendefinisikan serangkaian proses untuk pengembangan perangkat lunak dan aktivitas terkait sepanjang *software lifecycle processes* termasuk pada *acquisition, supply, development, operation and maintenance*. Berikut adalah kategori proses yang ada dalam ISO 12207:2017 (ISO, 2017);

a. *Agreement Processes*

1. *Acquisition Process*

Tujuan dari proses ini untuk memperoleh produk atau layanan sesuai dengan persyaratan dari kebutuhan. Hasil dari pelaksanaan proses ini sebagai berikut:

- a. Sebuah permintaan untuk penyediaan disiapkan.
- b. Satu atau lebih pemasok dipilih.
- c. Sebuah kesepakatan dibuat antara pihak yang membutuhkan dan pemasok.
- d. Sebuah produk atau layanan yang sesuai dengan kesepakatan diterima.

- e. Kewajiban pihak yang membutuhkan sebagaimana didefinisikan dalam kesepakatan dipenuhi.

2. *Supply Process*

Tujuan proses ini untuk menyediakan produk atau layanan kepada pihak yang membutuhkan yang memenuhi persyaratan yang telah disepakati.

Hasil dari proses pelaksanaan ini di antaranya:

- a. Pihak yang membutuhkan produk atau layanan diidentifikasi.
 - b. Sebuah tanggapan terhadap permintaan dari pihak yang membutuhkan disusun.
 - c. Sebuah kesepakatan dibuat antara pihak yang membutuhkan dan pemasok.
 - d. Sebuah produk atau layanan disediakan.
 - e. Kewajiban pemasok sebagaimana didefinisikan dalam kesepakatan dipenuhi.
 - f. Tanggung jawab atas produk atau layanan yang diperoleh sesuai dengan arahan dalam kesepakatan.
- b. *Organizational Project-Enabling Processes*

1. *Life Cycle Model Management Process*

Tujuan dari proses *life cycle model management process* untuk mendefinisikan, memelihara dan memastikan ketersediaan kebijakan pada proses, model dan prosedur *life cycle* untuk digunakan oleh organisasi sesuai dengan ruang lingkup pada ISO 12207:2017. Hasil dari proses ini sebagai berikut:

- a. Kebijakan dan prosedur organisasi untuk manajemen dan penerapan model *life-cycle*.
- b. Tanggung jawab, akuntabilitas dan otoritas dalam kebijakan, proses, model dan prosedur *life-cycle*.
- c. Model dan proses *life-cycle* untuk digunakan oleh organisasi.
- d. Peningkatan proses, model dan prosedur yang diprioritaskan.

2. *Infrastructure Management Process*

Tujuan dari proses ini adalah untuk menyediakan infrastruktur dan layanan bagi proyek-proyek untuk mendukung tujuan organisasi dan proyek *life-cycle* pada proses pendefinisian, menyediakan dan memelihara fasilitas, alat, serta komunikasi dan informasi yang diperlukan untuk mendukung operasional proyek. Keluaran yang dihasilkan pada proses pelaksanaan ini sebagai berikut:

- a. Persyaratan untuk infrastruktur didefinisikan.
- b. Elemen-elemen infrastruktur diidentifikasi dan ditentukan.
- c. Elemen-elemen infrastruktur dikembangkan atau diperoleh.
- d. Infrastruktur tersedia.

3. *Portofolio Management Process*

Tujuan dari proses ini adalah untuk memulai dan mempertahankan proyek yang diperlukan, memadai dan sesuai tujuan strategis organisasi. Proses ini berkomitmen untuk investasi pendanaan dan sumber daya memadai serta memberikan wewenang yang diperlukan mendirikan proyek yang dipilih. Proses ini juga dapat melakukan penilaian berkelanjutan pada

proyek untuk memastikan bahwa proyek tersebut layak atau dapat diarahkan ulang sehingga tetap layak untuk investasi lanjutan. Hasil pada proses ini di antaranya:

- a. Peluang usaha, investasi atau kebutuhan bisnis yang teridentifikasi dan diprioritaskan.
- b. Mengidentifikasi Proyek.
- c. Sumber daya dan anggaran pada setiap proyek yang dialokasikan
- d. Tanggung jawab manajemen proyek, akuntabilitas dan wewenang.
- e. Proyek yang memenuhi persyaratan kesepakatan dan pemangku kepentingan.
- f. Proyek yang tidak memenuhi persyaratan kesepakatan atau tidak memuaskan pemangku kepentingan diarahkan ulang atau dihentikan.
- g. Proyek yang telah menyelesaikan kesepakatan dan memenuhi persyaratan pemangku kepentingan ditutup.

4. *Human Resource Management*

Tujuan pada proses ini adalah untuk menyediakan sumber daya manusia yang diperlukan bagi organisasi dan mempertahankan kompetensi mereka sesuai dengan kebutuhan bisnis. Proses ini menyediakan tenaga kerja yang terampil dan berpengalaman yang memenuhi syarat untuk melaksanakan proses dalam mencapai tujuan organisasi, proyek dan pemangku kepentingan. Hasil keluaran dari proses ini sebagai berikut:

- a. Keterampilan yang dibutuhkan oleh proyek diidentifikasi.
- b. Sumber daya manusia yang diperlukan disediakan untuk proyek.

- c. Keterampilan personel dikembangkan, dipertahankan atau ditingkatkan.
- d. Konflik dalam permintaan sumber daya di berbagai proyek diselesaikan.

5. *Quality Management Process*

Tujuan pada proses ini adalah untuk memastikan bahwa produk, layanan dan pelaksanaan proses manajemen kualitas memenuhi tujuan kualitas organisasi dan proyek serta mencapai kepuasan pelanggan. Hasil dari pelaksanaan proses ini di antaranya:

- a. Kebijakan, tujuan dan prosedur manajemen kualitas organisasi didefinisikan dan diterapkan
- b. Kriteria dan metode evaluasi kualitas ditetapkan
- c. Sumber daya dan informasi disediakan kepada proyek untuk mendukung pelaksanaan dan pemantauan kegiatan jaminan kualitas proyek
- d. Hasil evaluasi jaminan kualitas dikumpulkan dan dianalisis
- e. Kebijakan dan prosedur manajemen kualitas diperbaiki berdasarkan hasil proyek dan organisasi

6. *Knowledge Management Process*

Tujuan pada proses ini adalah untuk menciptakan kapabilitas dan aset yang memungkinkan organisasi untuk memanfaatkan peluang guna menerapkan kembali pengetahuan yang sudah ada. Ini mencakup

pengetahuan, keterampilan dan aset pengetahuan yang termasuk pada elemen sistem. Hasil dari pelaksanaan proses ini adalah:

- a. Taksonomi untuk penerapan aset pengetahuan diidentifikasi
- b. Pengetahuan, keterampilan dan aset pengetahuan organisasi dikembangkan atau diperoleh
- c. Pengetahuan, keterampilan dan aset pengetahuan organisasi tersedia
- d. Data penggunaan manajemen pengetahuan di kumpulkan dan di analisis

c. Technical Management Processes

1. Project Planning Process

Tujuan pada proses ini adalah untuk menghasilkan dan mengkoordinasikan rencana yang efektif dan dapat dilaksanakan. Proses ini menentukan ruang lingkup aktivitas manajemen proyek dan teknis, mengidentifikasi output, tugas dan deliverables, menetapkan jadwal untuk pelaksanaan tugas, termasuk kriteria pencapaian serta sumber daya yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas. Proses ini berlangsung secara berkelanjutan sepanjang proyek dengan pemantauan dan penyesuaian secara reguler.

Hasil dari pelaksanaan proses ini sebagai berikut:

- a. Tujuan dan rencana didefinisikan
- b. Peran, tanggung jawan, akuntabilitas dan wewenang didefinisikan
- c. Sumber daya dan layan yang diperlukan untuk mencapai tujuan secara resmi diminta dan dikomitmenkan
- d. Rencana untuk pelaksanaan proyek diaktifkan

2. *Project Assessment and Control*

Tujuan dari proses ini adalah untuk menilai apakah rencana sudah sesuai dan layak, menentukan status proyek, kinerja teknis dan proses serta mengarahkan pelaksanaan untuk memastikan bahwa kinerja sesuai dengan rencana dan jadwal, dalam anggaran yang diproyeksikan guna memenuhi tujuan teknis. Hasil pelaksanaan pada proses ini adalah

- a. Ukuran kinerja atau hasil penilaian tersedia
- b. Kecukupan peran, tanggung jawab akuntabilitas dan wewenang dinilai
- c. Kecukupan sumber daya dinilai
- d. Tinjauan kemajuan teknis yang dilakukan
- e. Penyimpangan dalam kinerja proyek dari rencana diselidiki dan dianalisis
- f. Pemangku kepentingan yang terpengaruh di informasikan tentang status proyek
- g. Tindakan korektif didefinisikan dan diarahkan ketika pencapaian proyek tidak memenuhi target
- h. Perencanaan ulang proyek dimulai, jika diperlukan
- i. Tindakan proyek untuk melanjutkan atau tidak dari satu tonggak atau peristiwa terjadwal ke tonggak atau peristiwa berikutnya di otorisasi
- j. Tujuan proyek tercapai

3. *Decision Management Process*

Tujuan dari proses ini untuk menyediakan kerangka kerja analitis yang terstruktur untuk secara objektif mengidentifikasi, mengkarakterisasi dan

mengevaluasi sekumpulan alternatif untuk sebuah keputusan pada titik manapun dan memilih jalur tindakan yang bermanfaat. Hasil dari pelaksanaan proses ini, sebagai berikut:

- a. Keputusan yang memerlukan analisis alternatif diidentifikasi
- b. Alternatif jalur tindakan diidentifikasi dan dievaluasi
- c. Jalur tindakan yang diutamakan untuk dipilih
- d. Resolusi, alasan keputusan dan asumsi diidentifikasi

4. *Risk Management Process*

Tujuan dari proses ini adalah mengidentifikasi, menganalisis, menangani dan memantau risiko secara berkelanjutan. Proses manajemen risiko adalah proses yang berkelanjutan untuk secara sistematis menangani risiko sepanjang *life-cycle* produk atau layanan sistem. Hasil dari pelaksanaan proses ini adalah;

- a. Mengidentifikasi risiko
- b. Menganalisis risiko
- c. Pemilihan penanganan identifikasi dan prioritas pada risiko
- d. Penanganan risiko yang dapat diterapkan
- e. Mengevaluasi risiko untuk menilai perubahan dalam status dan kemajuan dalam penanganan

5. *Configuration Management Process Information Management Process*

Tujuan dari proses ini adalah untuk mengelola dan mengendalikan elemen dan konfigurasi sistem sepanjang proses *life-cycle*. Selain itu juga

mengelola konsistensi antara produk dan definisi konfigurasi yang terkait.

Hasil pada proses pelaksanaan ini sebagai berikut;

- a. Identifikasi dan mengelola manajemen konfigurasi.
 - b. Garis dasar konfigurasi yang ditetapkan.
 - c. Perubahan pada item yang berada di bawah pengendalian manajemen konfigurasi.
 - d. Informasi status konfigurasi tersedia.
 - e. Audit konfigurasi yang diperlukan dan diselesaikan.
 - f. Rilis dan pengiriman sistem dikendalikan dan disetujui.
6. *Measurement*

Tujuan dari proses ini adalah untuk mengumpulkan menganalisis dan melaporkan data dan informasi objektif guna mendukung manajemen yang efektif dan menunjukkan kualitas produk, layanan dan proses. Hasil pelaksanaan pada proses ini sebagai berikut;

- a. Kebutuhan informasi diidentifikasi.
 - b. Sekumpulan ukuran yang sesuai berdasarkan kebutuhan informasi yang diidentifikasi dan dikembangkan.
 - c. Data yang diperlukan dikumpulkan, diverifikasi dan disimpan.
 - d. Data dianalisis dan hasilnya diinterpretasikan.
 - e. Item informasi memberikan objektif yang mendukung keputusan.
- d. *Technical Processes*
1. *Business or Mission Analysis Process*

Tujuan dari proses ini untuk mendefinisikan masalah atau peluang bisnis atau misi, menggambarkan ruang solusi dan menentukan kelas solusi potensial yang dapat mengatasi masalah atau memanfaatkan peluang. Hasil pelaksanaan proses adalah

- a. Ruang masalah atau peluang didefinisikan.
- b. Ruang solusi digambarkan.
- c. Konsep operasional awal dan konsep lainnya dalam tahap *life-cycle* yang didefinisikan..
- d. Kelas solusi alternatif kandidat diidentifikasi dan dianalisis.
- e. Kelas solusi alternatif kandidat yang diutamakan.
- f. Sistem atau layanan yang diperlukan untuk analisis bisnis atau misi.
- g. Jejak keterkaitan masalah dan peluang bisnis atau misi serta kelas solusi alternatif yang diutamakan.

2. *Stakeholder Needs and Requirements Definition Process*

Tujuan dari proses ini adalah untuk mendefinisikan persyaratan pemangku kepentingan pada sebuah sistem yang dapat menyediakan kapabilitas yang dibutuhkan oleh pemangku kepentingan lainnya. Hasil dari pelaksanaan proses sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi pemangku kepentingan pada sistem.
- b. Karakteristik dan konteks penggunaan yang diperlukan dari kapabilitas dan konsep dalam tahap *life-cycle* termasuk pada konsep operasional.
- c. Pembatasan pada sistem yang diidentifikasi.
- d. Kebutuhan pemangku kepentingan didefinisikan.

- e. Kebutuhan pemangku kepentingan diprioritaskan dan diubah menjadi persyaratan pemangku kepentingan yang didefinisikan dengan jelas.
- f. Ukuran kinerja kritis didefinisikan.
- g. Kesepakatan pemangku kepentingan bahwa kebutuhan dan harapan mereka tercermin dengan baik dalam persyaratan dicapai.
- h. Sistem atau layanan yang diperlukan untuk kebutuhan dan persyaratan pemangku kepentingan tersedia.
- i. Jejak keterikatan persyaratan pemangku kepentingan dan kebutuhan mereka ditetapkan.

3. *Architecture Definition Process*

Tujuan dari proses ini adalah untuk menghasilkan alternatif arsitektur sistem yang memilih satu atau lebih alternatif yang memenuhi kekhawatiran kepentingan dan persyaratan sistem serta menyatakan dalam serangkaian pandangan yang konsisten. Sebagai hasil dari pelaksanaan pada proses ini di antaranya:

- a. Kekhawatiran pemangku kepentingan yang teridentifikasi ditangani oleh arsitektur
- b. Sudut pandang arsitektur dikembangkan
- c. Konteks, batasan dan antarmuka eksternal sistem didefinisikan
- d. Pandangan dan model arsitektur sistem dikembangkan
- e. Konsep, properti, karakteristik, perilaku, fungsi atau pembatasan yang signifikan bagi keputusan arsitektur sistem yang dialokasikan ke entitas arsitektur

- f. Elemen sistem dan antarmukanya diidentifikasi
- g. Kandidat arsitektur dinilai
- h. Basis arsitektur untuk proses sepanjang *life-cycle* tercapai
- i. Keselarasan arsitektur dengan persyaratan dan karakteristik desain tercapai
- j. Sistem atau layanan yang diperlukan untuk definisi arsitektur tersedia
- k. Jejak keterkaitan elemen arsitektur dengan persyaratan pemangku kepentingan dan sistem perangkat lunak yang dikembangkan

4. *Design Definition Process*

Tujuan dari proses ini untuk menyediakan data dan informasi yang cukup terperinci tentang sistem dan elemennya memungkinkan implementasi yang konsisten dengan entitas arsitektur sebagaimana didefinisikan dalam model dan pandangan arsitektur sistem. Hasil pelaksanaan pada proses ini sebagai berikut;

- a. Karakteristik desain dari setiap elemen sistem didefinisikan
- b. Persyaratan sistem atau perangkat lunak dialokasikan ke elemen sistem
- c. Enebler desain yang diperlukan untuk definisi dipilih atau didefinisikan
- d. Antarmuka antara elemen sistem yang membentuk sistem didefinisikan atau disempurnakan
- e. Alternatif desain untuk elemen sistem dinilai
- f. Artefak desain dikembangkan
- g. Sistem atau layanan yang diperlukan untuk definisi desain tersedia

- h. Jejak keterkaitan karakteristik desain dengan entitas arsitektur dari sistem ditetapkan

5. *System Analysis Process*

Tujuan proses ini adalah untuk menyediakan dasar data dan informasi yang kuat untuk pemahaman teknis guna membantu pengambilan keputusan. Proses analisis sistem berlaku untuk pengembangan masukan yang diperlukan untuk penilaian teknis apapun. Proses ini dapat memberikan keyakinan pada kegunaan dan integritas persyaratan, arsitektur dan desain sistem. Hasil dari pelaksanaan proses ini adalah

- a. Analisis sistem yang diperlukan diidentifikasi
- b. Asumsi dan hasil analisis sistem divalidasi
- c. Hasil analisis sistem disediakan untuk pengambilan keputusan
- d. Sistem atau layanan yang diperlukan untuk dianalisis sistem tersedia
- e. Jejak keterkaitan hasil analisis sistem ditetapkan

6. *Implementation Process*

Tujuan proses ini adalah untuk mewujudkan elemen sistem yang telah ditentukan. Proses ini mengubah persyaratan, arsitektur dan desain termasuk antarmuka menjadi tindakan yang menciptakan elemen sistem sesuai dengan praktik teknologi implementasi yang dipilih menggunakan keahlian teknis atau disiplin yang sesuai. Hasil dari pelaksanaan proses ini adalah

- a. Pembatasan implementasi yang mempengaruhi persyaratan, arsitektur atau desain diidentifikasi

- b. Elemen sistem diwujudkan
- c. Elemen sistem dikemas atau disimpan
- d. Sistem atau layanan yang diperlukan untuk implementasi
- e. Jejak keterkaitan ditetapkan

7. *Integration Process*

Tujuan dari proses ini adalah untuk merangkai elemen sistem yang diwujudkan pada produk atau layanan untuk memenuhi persyaratan perangkat lunak, arsitektur dan desain. Proses ini merakit elemen sistem yang telah diimplementasikan. Antarmuka diidentifikasi dan diaktifkan untuk memungkinkan interoperasi elemen sistem seperti yang diinginkan. Proses ini mengintegrasikan sistem yang mendukung dengan sistem yang menjadi fokus untuk memfasilitasi interoperasi. Hasil dari pelaksanaan adalah

- a. Pembatasan integrasi yang mempengaruhi persyaratan sistem, arsitektur, desain yang teridentifikasi
- b. Pendekatan dan titik pemeriksaan untuk operasi yang benar dari antarmuka dan fungsi sistem yang dirakit terdefiniskan
- c. Sistem atau layanan yang diperlukan untuk integrasi
- d. Sistem yang terdiri dari elemen sistem yang diimplementasikan dan diintegrasikan
- e. Antarmuka antara elemen sistem yang diimplementasikan membentuk sistem diperiksa
- f. Antarmuka antara sistem dan lingkungan eksternal diperiksa

- g. Hasil dan anomali integrasi diidentifikasi
- h. Jejak keterkaitan elemen sistem yang terintegrasi ditetapkan

8. *Verification Process*

Tujuan dari proses verifikasi adalah untuk memberikan bukti objektif bahwa suatu sistem atau elemen sistem memenuhi persyaratan dan karakteristik yang ditentukan. Proses verifikasi mengidentifikasi anomali dalam item informasi, elemen sistem yang diimplementasikan atau proses *life-cycle* menggunakan metode, teknik, standar atau aturan yang sesuai. Proses ini memberikan informasi yang diperlukan untuk menentukan penyelesaian anomali yang diidentifikasi. Hasil dari proses ini sebagai berikut;

- a. Pembatasan verifikasi yang mempengaruhi persyaratan, arsitektur atau desain diidentifikasi
- b. Sistem atau layanan yang diperlukan untuk verifikasi tersedia
- c. Sistem atau elemen sistem diverifikasi
- d. Data yang memberikan informasi untuk tindakan korektif dilaporkan
- e. Bukti objektif bahwa sistem yang diwujudkan memenuhi persyaratan, arsitektur dan desain disediakan

9. *Transition Process*

Tujuan dari proses ini adalah untuk menetapkan kemampuan bagi suatu sistem untuk menyediakan layanan yang ditentukan oleh persyaratan pemangku kepentingan dalam lingkungan operasional. Proses ini memindahkan sistem dengan cara yang terencana dan teratur ke dalam

status operasional, sehingga sistem berfungsi, dapat dioperasikan dan kompatibel dengan sistem operasional lainnya. Hasil dari pelaksanaan pada proses ini sebagai berikut:

- a. Pembatasan transisi yang mempengaruhi persyaratan sistem, arsitektur atau desain diidentifikasi
- b. Sistem atau layanan yang diperlukan untuk transisi
- c. Lokasi situs dipersiapkan
- d. Sistem yang dipasang di lokasi operasionalnya mampu memberikan fungsi yang ditentukan
- e. Operator, pengguna dan pemangku kepentingan lainnya yang diperlukan untuk pemanfaatan dan dukungan sistem dilatih
- f. Hasil dan anomali transisi diidentifikasi
- g. Sistem yang dipasang diaktifkan dan siap untuk operasi
- h. Jejak pelacakan dari elemen-elemen yang ditransisikan ditetapkan

10. *Validation Process*

Tujuan dari proses validasi adalah untuk menyediakan bukti objektif bahwa sistem saat digunakan memenuhi tujuan bisnis atau misi dan persyaratan pemangku kepentingan, serta mencapai penggunaan yang dimaksudkan dalam lingkungan operasional yang dimaksudkan. Hasil dari pelaksanaan pada proses ini di antaranya;

- a. Kriteria validasi untuk persyaratan pemangku kepentingan didefinisikan

- b. Ketersediaan layanan yang diperlukan oleh pemangku kepentingan dikonfirmasi
- c. Pembatasan validasi yang mempengaruhi persyaratan arsitektur atau desain diidentifikasi
- d. Sistem atau elemen divalidasi
- e. Sistem atau layanan yang diperlukan untuk validasi tersedia
- f. Hasil dan anomali validasi diidentifikasi
- g. Bukti objektif sistem atau elemen sistem yang direalisasikan memenuhi kebutuhan pemangku kepentingan disediakan

11. *Operation Process*

Tujuan dari proses ini untuk menggunakan sistem dalam memberikan layanan yang ditentukan. Proses ini menerapkan persyaratan untuk menugaskan personel dalam mengoperasikan sistem serta memantau layanan dan kinerja sistem operator. Untuk mempertahankan layanan proses ini mengidentifikasi dan menganalisis anomali operasional dalam kaitannya dengan perjanjian, persyaratan pemangku kepentingan dan atasan organisasi. Hasil dari pelaksanaan proses ini sebagai berikut;

- a. Pembatasan operasional yang mempengaruhi persyaratan perangkat lunak, arsitektur atau desain diidentifikasi
- b. Sistem, layanan dan material yang diperlukan untuk operasi tersedia
- c. Operator yang terlatih dan berkualitas
- d. Layanan produk sistem yang memenuhi persyaratan pemangku kepentingan

- e. Kinerja produk sistem selama operasi dipantau
- f. Dukungan kepada pelanggan diberikan

12. *Maintenance Process*

Tujuan pada proses untuk mempertahankan kemampuan sistem dalam menyediakan layanan. Proses ini memantau kemampuan sistem untuk menyampaikan layanan, mencatat insiden untuk analisis, mengambil tindakan korektif, adaptif, penyempurnaan dan pencegahan serta mengonfirmasi kemampuan yang dipulihkan. Hasil dari pelaksanaan proses ini adalah;

- a. Pembatasan pemeliharaan yang mempengaruhi persyaratan sistem, arsitektur atau desain diidentifikasi
- b. Sistem atau layanan yang diperlukan untuk pemeliharaan tersedia
- c. Elemen sistem yang di ganti, diperbaiki atau diperbarui tersedia
- d. Kebutuhan perubahan untuk menangani pemeliharaan korektif, penyempurnaan atau adaptif dilaporkan
- e. Data kegagalan dan masa pakai, termasuk biaya terkait dan ditentukan.

13. *Disposal Process*

Tujuan pada proses ini adalah untuk mengakhiri eksistensi elemen sistem atau penggunaan yang ditentukan, menangani elemen yang diganti atau dihentikan dengan tepat dan memperhatikan kebutuhan pembuangan kritis yang diidentifikasi. Hasil dari proses pelaksanaan ini adalah;

- a. Pembatasan *disposal* yang disediakan sebagai masukan untuk persyaratan, arsitektur, desain dan implementasi.

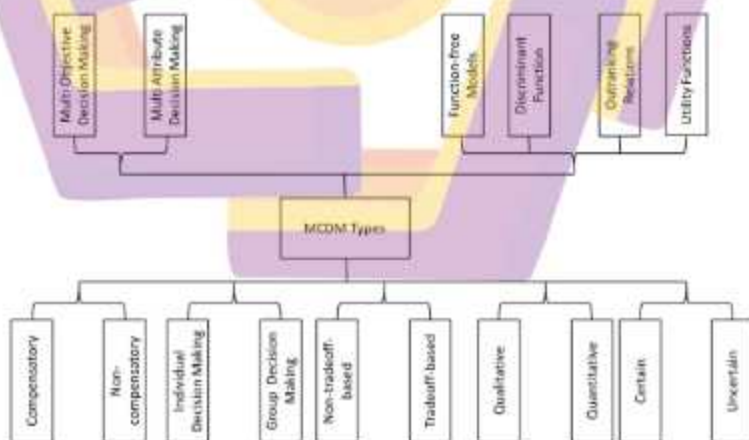
- b. Sistem atau layanan yang diperlukan untuk *disposal* tersedia
- c. Elemen sistem atau produk limbah dihancurkan, disimpan, dipulihkan, atau didaur ulang sesuai dengan persyaratan.
- d. Lingkungan dikembalikan ke keadaan semula atau keadaan yang disepakati
- e. Rekaman tindakan dan analisis *disposal*.

Dari penjelasan kriteria yang ada pada ISO 12207:2017 penelitian ini menggunakan kriteria yang disesuaikan dengan poin kepentingan pada aktivitas *framework software engineer* diantaranya *Organizational Project-Enabling Processes* pada *infrastructure* dan *Life Cycle Mode*, *Technical Management Processes* pada *Project Planning, Measurement, Decision, Project Assessment and Control*, dan *Risk Management*, *Technical Processes* pada *Software Requirements Definition Process, Operation, Implementation, Maintenance*, dan *Stakeholder Needs*.

2.3.3. Multi-Criteria Decision Making (MCDM)

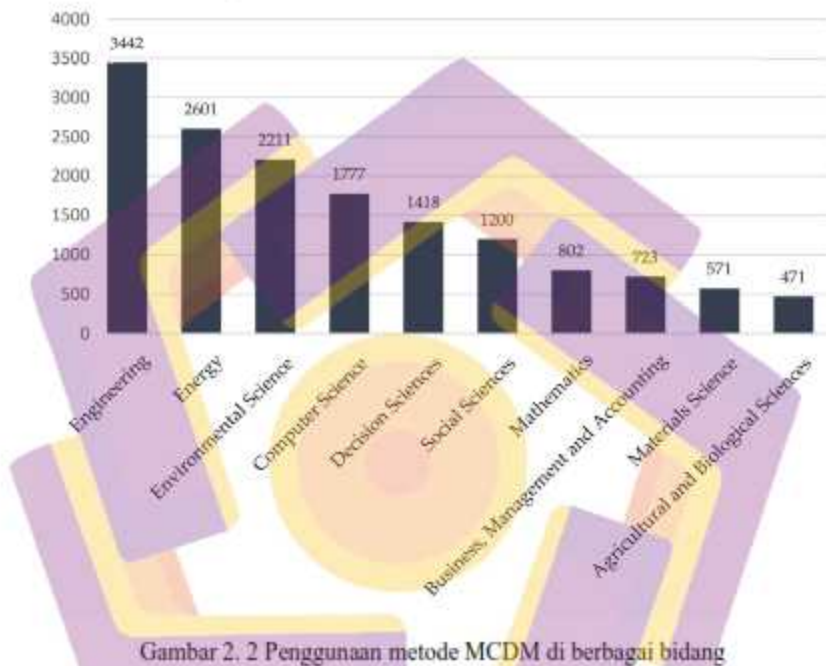
Multi-Criteria Decision Making (MCDM) adalah salah satu metode pengambilan keputusan yang paling akurat dan dianggap sebagai revolusi dalam bidang ini. Salah satu penelitian pertama tentang pengambilan keputusan multi-kriteria dilakukan oleh Benjamin Franklin ketika ia menerbitkan penelitiannya tentang konsep aljabar moral. Metode MCDM mempertimbangkan berbagai kriteria kualitatif dan kuantitatif yang perlu diselaraskan untuk menemukan solusi terbaik. MCDM digunakan untuk menangani langkah-langkah penyusunan, pengambilan

keputusan dan perencanaan ketika domain memiliki banyak kriteria untuk mencapai solusi optimal berdasarkan preferensi para pengambil keputusan. Perbedaan utama antara metode-metode ini berkaitan dengan tingkat kompleksitas algoritma, metode pembobotan kriteria, cara representasi evaluasi preferensi, kemungkinan data tidak pasti dan jenis agregasi data. Metode MCDM memiliki keuntungan dalam mempertimbangkan dampak yang tidak proporsional dan kontradiktif dalam pengambilan keputusan. Metode MCDM memiliki karakteristik yang berbeda-beda dan dapat dikaitkan dengan berbagai aspek mulai dari kualitas jawaban hingga jenis masalah yang dipecahkan dengan metode ini. Untuk memahami lebih baik metode MCDM dalam menghadapi masalah maka perlu mempertimbangkan prosedur yang digunakan untuk menilai kriteria yang dapat diklasifikasikan MCDM. Gambar 2.1 di bawah ini merupakan rangkuman metode klasifikasi pada metode MCDM (Taherdoost & Madanchian, 2023);



Gambar 2. 1 Klasifikasi MCDM

Metode MCDM digunakan juga dalam berbagai bidang. Berikut hasil penggunaan metode MCDM dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini (Taherdoost & Madanchian, 2023);



Gambar 2. 2 Penggunaan metode MCDM di berbagai bidang

Metode MCDM dapat digunakan pada metode seperti *Analytic Hierarchy Process* (AHP), DEA, FST, TOPSIS, GP, CBR, GRA, ANP, Fuzzy AHP, ELECTRE, PROMETHEE, VIKOR, Fuzzy TOPSIS dan lain-lain. Dari banyak penerapan metode MCDM dengan mengombinasikan dengan model pada pendukungnya penelitian ini menggunakan model AHP dan TOPSIS.

2.3.4. Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP)

AHP merupakan suatu model pendukung keputusan dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Model pendukung keputusan ini menguraikan masalah multi factor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hierarki. Hierarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif. Dengan hierarki masalah yang kompleks dapat diuraikan dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hierarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis (Vargas & St, 2022).

AHP sering digunakan sebagai metode pemecahan masalah dibanding dengan metode yang lain dengan alasan sebagai berikut (Falatehan, 2016):

- a. Struktur yang berhierarki, sebagai konsekuensi dari kriteria yang dipilih, sampai pada sub kriteria yang paling dalam
- b. Memperhitungkan validitas sampai dengan batas toleransi inkonsistensi berbagai kriteria dan alternatif yang dipilih oleh pengambil keputusan
- c. Memperhitungkan daya tahan output analisis sensitivitas pengambilan keputusan

Dalam metode AHP dilakukan langkah-langkah sebagai berikut (Falatehan, 2016):

- a. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan

Pada tahap ini penentuan masalah yang dipecahkan secara jelas, detail dan mudah dipahami. Masalah yang ditentukan untuk mendapat solusi alternatif dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut:

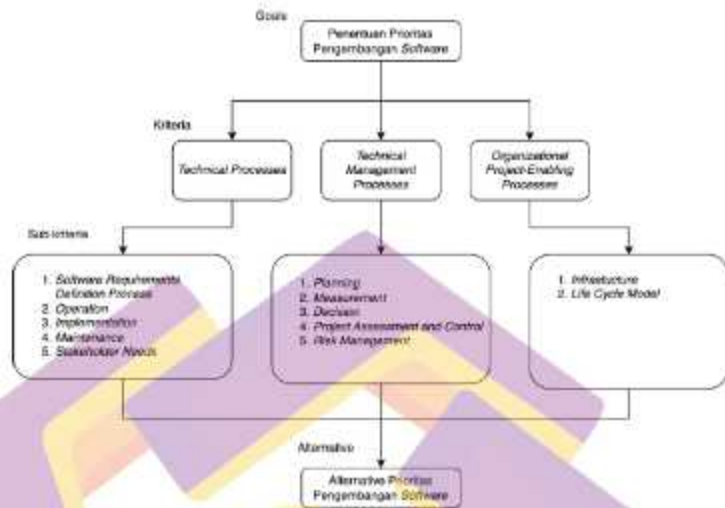
Tabel 2. 2 Kriteria ISO 12207:2017

No	Kriteria	Sub Kriteria
	Technical Processes	<i>Software Requirements Definition Process</i>
		<i>Operation</i>
		<i>Implementation</i>
		<i>Maintenance</i>
		<i>Stakeholder Needs</i>
	Technical Management Processes	<i>Planning</i>
		<i>Measurement</i>
		<i>Decision</i>
		<i>Project Assessment and Control</i>
	Organizational Project-Enabling Processes	<i>Risk Management</i>
		<i>Infrastructure</i>
		<i>Life Cycle Model</i>

Multi kriteria ini membentuk proses hierarki analisis dengan tujuan (goal) pada penentuan prioritas yang perlu diperhatikan dalam pengembangan perangkat lunak menurut ISO 12207:2017. Aspek utama yang digunakan pada sub kriteria dari masing-masing kriteria.

- b. Membuat struktur hierarki yang diawali dengan tujuan utama

Setelah menyusun tujuan utama sebagai level teratas. Pada tahapan ini digambarkan hierarki penelitian pada gambar 2.3 berikut;



Gambar 2. 3 Hierarki Penelitian Penentuan Prioritas

- c. Membuat matriks perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi relatif

Matriks yang digunakan bersifat sederhana, memiliki kedudukan kuat untuk dibutuhkan dengan semua perbandingan yang mampu menganalisis kepekaan prioritas secara keseluruhan untuk perubahan pertimbangan dengan menggunakan skala saaty yang dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut:

Tabel 2. 3 Skala Saaty

Intensitas Kepentingan	Deskripsi
1	Kedua elemen sama pentingnya, Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya,

	Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya, Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya, Satu elemen yang kuat disokong dan dominan terlihat dalam praktik.
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya, bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap elemen lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan, Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi di antara 2 pilihan
Kebalikan	Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka dibanding dengan aktivitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya dibanding dengan i

- d. Melakukan definisi perbandingan berpasangan sehingga penilaian seluruhnya sebanyak jumlah responden yang didapatkan dengan penggunaan matriks yang dapat dirumuskan sebagai berikut;

$$\text{Gabungan Matriks} = \left(\prod_{i=1}^4 \text{Matriks}_{\text{responden } i} \right)^{\frac{1}{4}}$$

- e. Menghitung nilai *eigenvector* dan menguji konsistensinya.

Berikut adalah langkah-langkah dan rumus untuk menghitung bobot kriteria *eigenvector* dalam matriks perbandingan berpasangan;

1. Jumlahkan setiap kolom dalam matriks gabungan:

$$S_j = \sum_{i=1}^n M_{ij}$$

Di mana S_j adalah jumlah elemen pada kolom- j dan M_{ij} adalah elemen matriks pada baris i dan kolom j .

2. Normalisasi setiap elemen dalam matriks:

$$N_{ij} = \frac{M_{ij}}{S_j}$$

N_{ij} adalah elemen normalisasi pada baris i dan kolom j .

3. Hitung rata-rata baris untuk mendapatkan *eigenvector* (bobot kriteria):

$$\lambda_{max,1} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n N_{ij}$$

- f. Memeriksa konsistensi hierarki

Berikut adalah langkah-langkah dan rumus untuk memeriksa konsistensi hierarki;

1. Hitung Indeks Konsistensi (CI)

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

n adalah jumlah sub kriteria yang digunakan

2. Hitung Rasio Konsistensi (CR)

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

RI adalah Random Indeks yaitu nilai standar berdasarkan jumlah kriteria

2.3.4. TOPSIS

TOPSIS adalah salah satu metode yang bisa membantu proses pengambilan keputusan yang optimal untuk menyelesaikan masalah keputusan secara praktis. Hal ini disebabkan karena konsepnya sederhana dan mudah dipahami, komputasinya efisien dan memiliki kemampuan untuk mengukur kinerja relatif dan alternatif-alternatif keputusan dalam bentuk matematis sederhana (Akmaludin dkk., 2023).

TOPSIS memiliki beberapa tahapan diantaranya:

- Menggabungkan bobot rata-rata kriteria dari setiap responden

$$W_{avg} = \frac{W_{R1} + W_{R2} + \dots + W_{Rn}}{4}$$

- Menyusun Matriks Keputusan dan Normalisasi

$$Normalisasi (N) = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}}$$

- Pemberian bobot pada matriks normalisasi (N)

$$Matriks Normalisasi Terbobot = N \times \text{Bobot Kriteria AHP}$$

- Menentukan jarak nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal positif dan negatif.

$$A_j^+ = (\max x_{ij} \text{ pada masing - masing alternatif}, \min x_{ij} \text{ pada masing - masing alternatif})$$

$$A_j^- = (\min x_{ij} \text{ pada masing - masing alternatif}, \max x_{ij} \text{ pada masing - masing alternatif})$$

- Menghitung Jarak dari Solusi Ideal dan Negatif

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (x_{ij} - A_j^+)^2}$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (x_{ij} - A_j^-)^2}$$

f. Menghitung Skor Preferensi TOPSIS

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-}$$

2.3.5. ANOVA

Analysis of Variance (ANOVA) adalah sebuah statistik yang menguji perbedaan rata-rata antar grup. Grup di sini bisa berarti kelompok atau jenis perlakuan. ANOVA ditemukan dan diperkenalkan oleh seorang ahli statistik bernama Ronald Fisher. Pada prosedurnya ANOVA sedikit mirip dengan *t test*. Kelebihan ANOVA adalah dapat menguji perbedaan lebih dari dua kelompok. ANOVA digunakan sebagai alat analisis untuk menguji hipotesis penelitian untuk melihat apakah ada perbedaan rata-rata antara kelompok. Hasil akhir dari analisis ANOVA adalah nilai *F test* atau *F* hitung. Nilai *F* Hitung ini yang nantinya akan dibandingkan dengan nilai pada tabel *f*. Jika nilai *f* hitung lebih dari *f* tabel, maka dapat disimpulkan bahwa menerima H_1 dan menolak H_0 atau yang berarti ada perbedaan bermakna rata-rata pada semua kelompok (Fitri dkk., 2023).

ANOVA dapat digunakan untuk menguji rata-rata tiga atau lebih dari suatu populasi analisis ANOVA pada penelitian eksperimen yang terdapat beberapa perlakuan. Ciri khas ANOVA adalah satu atau lebih variabel sebagai faktor penyebab dan satu atau lebih variabel respons sebagai akibat atau efek faktor. Ciri lainnya adalah variabel respons berskala data rasio atau interval (numerik atau kuantitatif). ANOVA merupakan salah satu dari berbagai jenis uji parametrik, karena mensyaratkan adanya distribusi normal pada variabel terikat dalam perlakuan atau distribusi normal pada residual. Syarat normalitas ini mengasumsikan bahwa sampel diambil secara acak dan dapat mewakili

keseluruhan populasi agar hasil penelitian dapat digunakan sebagai generalisasi. Pada prinsip uji ANOVA adalah melakukan analisis variabilitas data menjadi dua sumber ragam yaitu ragam di dalam kelompok (within) dan ragam antar kelompok (between) (Fitri dkk., 2023).

Jenis ANOVA ada dua yaitu: *one-way* dan *two-way*. *One-way* ANOVA merupakan salah satu teknik analisis multivariate berfungsi untuk membedakan rerata lebih dari dua kelompok data dengan cara membandingkan variansinya. *One-way* ANOVA merupakan prosedur yang digunakan untuk menghasilkan analisis variansi satu arah untuk variabel dependen dengan tipe data kuantitatif dengan sebuah variabel independen sebagai variabel faktor. Tujuan dilakukan *one-way ANOVA* untuk membandingkan dua rata-rata atau lebih yang akan digunakan untuk menguji kemampuan generalisasi. *Two-way* ANOVA melibatkan dua faktor pada penelitiannya. (Fitri dkk., 2023).

Pada penelitian ini peneliti menggunakan metode ANOVA untuk melakukan pengujian dari hasil teknik AHP-TOPSIS metode MCDM sesuai dengan ciri ANOVA dapat melakukan pengujian antar populasi atau kriteria untuk dianalisis. Pada ANOVA jenis pengujian menggunakan *two-way* untuk membedakan rata-rata hasil rekomendasi dari AHP-TOPSIS. Berikut tahapan pengujian pada ANOVA:

BAB III

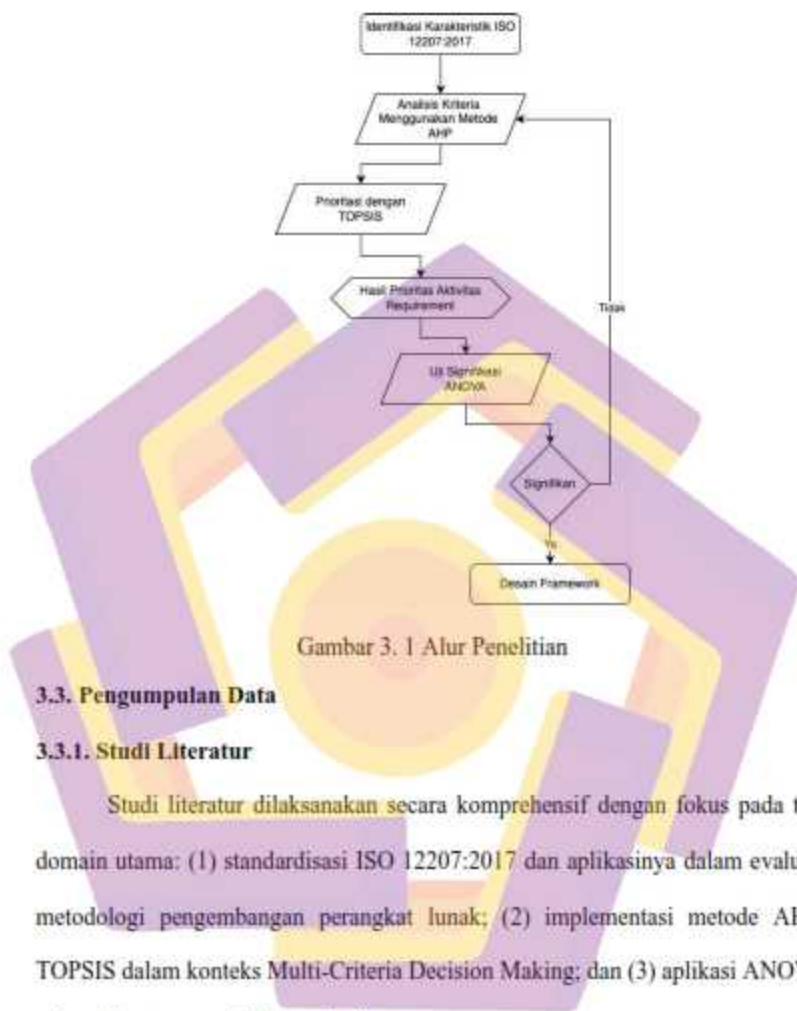
METODE PENELITIAN

3.1. Jenis, Sifat, dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif evaluatif yang bertujuan untuk melakukan seleksi kriteria pengembangan software sesuai ISO 12207:2017 menggunakan integrasi metode AHP-TOPSIS dengan validasi statistik menggunakan ANOVA. Fokus utama penelitian ini adalah pada evaluasi proses-proses ISO 12207:2017 yang berkaitan dengan dokumentasi kebutuhan dalam metodologi pengembangan perangkat lunak, khususnya dalam konteks metode Agile.

3.2. Kerangka Penelitian

Kerangka metodologi penelitian ini dilakukan beberapa tahapan sekuensial yang sistematis, sebagaimana dapat dilihat pada gambar 3.1 penelitian ini dimulai dengan studi literatur komprehensif, dilanjutkan dengan identifikasi kriteria ISO 12207:2017, implementasi metode AHP untuk pembobotan kriteria, aplikasi TOPSIS untuk perbandingan alternatif, validasi hasil menggunakan ANOVA dan difinalisasi dengan analisis serta penarikan konklusi.



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

3.3. Pengumpulan Data

3.3.1. Studi Literatur

Studi literatur dilaksanakan secara komprehensif dengan fokus pada tiga domain utama: (1) standarisasi ISO 12207:2017 dan aplikasinya dalam evaluasi metodologi pengembangan perangkat lunak; (2) implementasi metode AHP-TOPSIS dalam konteks Multi-Criteria Decision Making; dan (3) aplikasi ANOVA sebagai instrumen validasi statistik.

3.3.2. Kuesioner Responden

Data primer diperoleh melalui instrumen kuisisioner yang diadministrasikan kepada empat tenaga ahli dengan kualifikasi spesifik dalam domain rekayasa

perangkat lunak, standarisasi ISO, dan metodologi Agile. Kuisisioner didesain untuk memfasilitasi evaluasi komparatif berpasangan antar kriteria ISO 12207:2017 sesuai dengan metodologi AHP. Tenaga ahli diseleksi berdasarkan kriteria eligibilitas yang meliputi: (1) pengalaman profesional minimal 5 tahun dalam domain rekayasa perangkat lunak; (2) familiaritas dengan standarisasi ISO, khususnya ISO 12207:2017; dan (3) eksposur terhadap implementasi metodologi Agile dalam konteks organisasional.

3.4. Identifikasi dan Seleksi Kriteria ISO 12207:2017

Kriteria penelitian diidentifikasi melalui analisis komprehensif terhadap standarisasi ISO 12207:2017, dengan fokus pada tiga kategori mayor: *Organizational Project-Enabling Processes*, *Technical Management Processes*, dan *Technical Processes*. Seleksi kriteria didasarkan pada relevansinya terhadap dokumentasi kebutuhan dalam konteks metodologi Agile, dengan mempertimbangkan aspek keterlacakan (*traceability*), konsistensi, dan sustainabilitas dokumentasi jangka panjang. Kriteria yang teridentifikasi diklasifikasikan dalam struktur hierarkis yang merepresentasikan relasi interdependensi antar kriteria.

3.5. Implikasi Metode AHP

3.5.1. Konstruksi Matriks Perbandingan Berpasangan

Matriks perbandingan berpasangan berdasarkan kriteria utama ISO 12207:2017 diantaranya *Organizational Project-Enabling Processes*, *Technical*

Management Process, dan Technical Processes dikonstruksi berdasarkan evaluasi komparatif antar kriteria yang diperoleh dari tenaga ahli. Evaluasi dilakukan menggunakan skala fundamental Saaty (1-9), di mana nilai 1 mengindikasikan ekuivalensi signifikansi antara dua kriteria, sedangkan nilai 9 mengindikasikan preferensi terhadap satu kriteria dibandingkan dengan kriteria lainnya.

3.5.2. Konstruksi Matriks Perbandingan Berpasangan

Kalkulasi bobot kriteria dilaksanakan melalui tahapan sekuensial yang meliputi:

1. Normalisasi matriks perbandingan berpasangan
2. Kalkulasi eigenvalue dan eigenvector
3. Verifikasi konsistensi evaluasi melalui kalkulasi *Consistency Ratio* (CR). Pembobotan dianggap konsisten jika nilai $CR < 0.1$, sesuai dengan standar yang ditetapkan dalam metodologi AHP

3.6. Implikasi Metode TOPSIS

3.6.1. Identifikasi Alternatif Aktivitas Pengembangan Software

Alternatif aktivitas pengembangan software diidentifikasi berdasarkan proses yang terdefinisi dalam ISO 12207:2017, dengan fokus pada aktivitas yang relevan dengan dokumentasi kebutuhan dalam metodologi Agile. Setiap alternatif dievaluasi terhadap kriteria yang telah diidentifikasi dan dibobotkan menggunakan AHP.

3.6.2. Konstruksi Matriks Keputusan

Matriks keputusan dikonstruksi dengan menempatkan alternatif sebagai baris dan kriteria sebagai kolom. Setiap sel dalam matriks merepresentasikan

alternatif pada kriteria spesifik yang dievaluasi berdasarkan skala linguistik dan dikonversi menjadi nilai numerik.

3.6.3. Normalisasi Matriks Keputusan

Matriks keputusan dinormalisasi untuk memfasilitasi komparabilitas antar kriteria dengan dimensi yang heterogen. Normalisasi dilakukan dengan membagi setiap elemen matriks dengan akar kuadrat dari jumlah kuadrat semua elemen dalam kolom yang sama.

3.6.4. Kalkulasi Matriks Keputusan Ternormalisasi Terbobot

Matriks keputusan ternormalisasi terbobot dikalkulasi dengan mengalikan setiap elemen matriks ternormalisasi dengan bobot kriteria yang diperoleh melalui metode AHP.

3.6.5. Determinasi Solusi Ideal Positif dan Negatif

Solusi ideal positif (A^+) dideterminasi sebagai vektor yang terdiri dari nilai terbaik untuk setiap kriteria, sedangkan solusi ideal negatif (A^-) dideterminasi sebagai vektor yang terdiri dari nilai terburuk untuk setiap kriteria.

3.6.6. Kalkulasi Jarak Relatif dan Koefisien Kedekatan

Jarak Euclidean antara setiap alternatif dengan solusi ideal positif dan negatif dikalkulasi. Koefisien kedekatan (CC_i) untuk setiap alternatif dikalkulasi berdasarkan rasio antara jarak terhadap solusi ideal negatif dan jumlah jarak terhadap solusi ideal positif dan negatif.

3.6.7. Perangkingan Alternatif

Alternatif dirangking berdasarkan nilai koefisien kedekatan, dengan alternatif yang memiliki nilai CC_i tertinggi diidentifikasi sebagai alternatif optimal.

Perangkingan ini menghasilkan poin aktivitas yang lebih diperhatikan pada dokumentasi metode Agile.

3.7. Validasi Menggunakan ANOVA

3.7.1. Formulasi Hipotesis

Hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_1) diformulasikan untuk menguji signifikansi variasi dalam pembobotan kriteria yang ditetapkan oleh empat tenaga ahli.

1. H_0 : Tidak terdapat perbedaan signifikan dalam pembobotan kriteria antar tenaga ahli
2. H_1 : Terdapat perbedaan signifikan dalam pembobotan kriteria antar tenaga ahli

3.7.2. Implementasi ANOVA Satu Arah

ANOVA satu arah diimplementasikan dengan menggunakan pembobotan kriteria sebagai variabel dependen dan tenaga ahli sebagai faktor independen. Level signifikansi (α) ditetapkan pada 0.05.

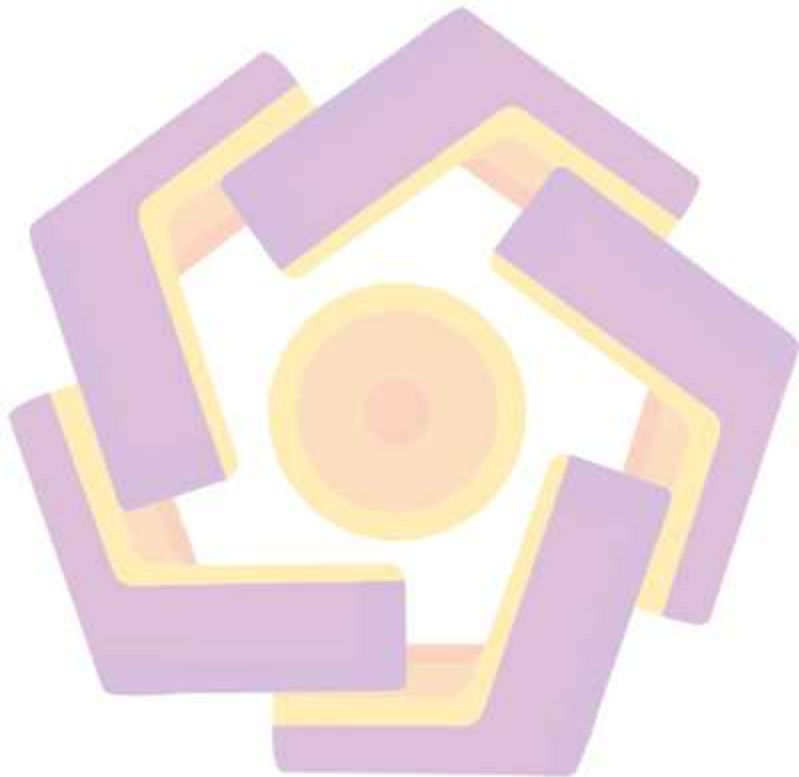
3.7.3. Interpretasi Hasil

Hasil ANOVA diinterpretasi berdasarkan nilai F dan p -value. Jika p -value $< \alpha$, maka H_0 ditolak, yang mengindikasikan adanya perbedaan signifikan dalam pembobotan antar tenaga ahli, yang mengimplikasikan reliabilitas pembobotan yang optimal.

3.8. Analisis dan Diskusi

Analisis implikatif dilaksanakan untuk menginterpretasikan hasil perangkingan alternatif dalam konteks dokumentasi kebutuhan dalam metodologi

Agile. Implikasi teoretis dan praktikal dari hasil penelitian didiskusikan, dengan fokus pada optimalisasi dokumentasi kebutuhan dalam pengembangan perangkat lunak berbasis metodologi Agile sesuai dengan standarisasi ISO 12207:2017.



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan hasil yang diperoleh dari analisis komprehensif mengenai penentuan prioritas dalam aktivitas pengembangan perangkat lunak menggunakan pendekatan metode yang menggabungkan Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), yang kemudian divalidasi menggunakan Analysis of Variance (ANOVA). Metode ini digunakan untuk memastikan objektivitas dan reliabilitas dalam proses pengambilan keputusan yang kompleks dalam pengembangan perangkat lunak. Kerangka kerja ISO 12207:2017 digunakan sebagai fondasi standar internasional yang memberikan struktur komprehensif untuk aktivitas dan tugas dalam siklus hidup perangkat lunak dalam aktivitas dokumentasi metode Agile. Penelitian ini melibatkan partisipasi aktif dari empat ahli yang memiliki keahlian substansial dalam berbagai aspek pengembangan perangkat lunak, memberikan perspektif multi-dimensi terhadap permasalahan yang diteliti.

4.1. Profil Responden Ahli

Dalam pelaksanaan penelitian ini, partisipasi aktif dari empat ahli dengan pengalaman substansial dalam pengembangan perangkat lunak memberikan perspektif yang komprehensif dan mendalam. Tim ahli terdiri dari seorang Project Manager dengan pengalaman 10 tahun yang memberikan wawasan strategis dalam manajemen proyek, Lead Engineer dengan pengalaman 7 tahun yang berkontribusi

dalam aspek teknis dan arsitektur sistem, Fullstack Programmer dengan pengalaman 8 tahun yang memberikan perspektif praktis dalam implementasi, serta Quality Assurance Analyst dengan pengalaman 7 tahun yang memastikan aspek kualitas dan pengujian. Keragaman peran dan pengalaman ini memberikan dasar yang kuat untuk analisis komprehensif terhadap aktivitas pengembangan perangkat lunak.

4.2. Identifikasi Kriteria ISO 12207:2017

Berdasarkan analisis komprehensif terhadap standarisasi ISO 12207:2017, kriteria penelitian diidentifikasi dan distrukturisasi dalam hierarki tiga level, sebagaimana direpresentasikan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Tabel Kriteria ISO 12207:2017

Kode	Kriteria Level 1	Kode	Kriteria Level 2
A	Organizational Project-Enabling Processes	A1	Life Cycle Model Management
		A2	Infrastructure Management, Portofolio Mangement
		A3	Human Resource Management
		A4	Quality Management
		A5	Knowledge Management
B	Technical Management Processes	B1	Project Planning
		B2	Project Assessment and Control
		B3	Decision Management
		B4	Risk Management
		B5	Configuration Management
		B6	Information Management
		B7	Measurement
		B8	Quality Management
C	Technical Processes	C1	Business or Mission Analysis
		C2	Stakeholder Need and Requirement Definition

	C3	System Requiremetn Definition
	C4	Architecture Definition
	C5	Design Definition
	C6	System Analysis
	C7	Implementation
	C8	Integration
	C9	Verification
	C10	Transition
	C11	Operation
	C12	Maintenance
	C13	Disposal

4.3. Implementasi Metode AHP dalam Seleksi Kriteria ISO 12207:2017

Implementasi Analytical Hierarchy Process pada Kriteria Level 1

Penelitian ini mengimplementasikan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) untuk menentukan pembobotan kriteria ISO 12207:2017. Pada tahap awal, fokus diberikan pada kriteria level 1 yang terdiri dari tiga komponen utama utama: Organizational Project-Enabling Processes (A), Technical Management Processes (B), dan Technical Processes (C).

Setiap responden memberikan penilaian terhadap perbandingan berpasangan antar kriteria level 1 menggunakan skala 1-9. Hasil penilaian dari masing-masing responden direpresentasikan dalam matriks perbandingan berpasangan yang dapat dilihat pada tabel 4.2 sampai 4.5

Tabel 4. 2 Hasil Matriks Perbandingan Berpasangan Responden 1

Kriteria	A	B	C
A	1	1/3	1/5
B	3	1	1/3

C	5	3	1
----------	---	---	---

Tabel 4. 3 Hasil Matriks Perbandingan Berpasangan Responden 2

Kriteria	A	B	C
A	1	1/4	1/7
B	4	1	1/3
C	7	3	1

Tabel 4. 4 Hasil Matriks Perbandingan Berpasangan Responden 3

Kriteria	A	B	C
A	1	1/3	1/6
B	3	1	1/4
C	6	4	1

Tabel 4. 5 Hasil Matriks Perbandingan Berpasangan Responden 4

Kriteria	A	B	C
A	1	1/4	1/9
B	4	1	1/3
C	9	3	1

Setelah dilakukan penilaian dari keempat responden, dilakukan perhitungan geometris dari nilai perbandingan berpasangan. Rata-rata geometris dipilih karena kemampuannya dalam memperhitungkan proporsi relatif yang penting dalam proses perbandingan berpasangan hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4. 6 Hasil Rata-rata geometris perbandingan antar responden

Perbandingan	Resp. 1	Resp. 2	Resp. 3	Resp. 4	Rata-rata Geometris
A : B	1/3	1/4	1/3	1/4	283
A : C	1/5	1/7	1/6	1/9	152

B : C	1/3	1/3	1/4	1/3	311
-------	-----	-----	-----	-----	-----

Berdasarkan nilai rata-rata tersebut matriks perbandingan berpasangan gabungan ditunjukkan pada tabel 4.7

Tabel 4. 7 Nilai Rata-rata matriks perbandingan berpasangan

Kriteria	A	B	C	Jumlah Kolom
A	1.000	283	152	11.117
B	3.531	1.000	311	4.500
C	6.586	3.217	1.000	1.463

Normalisasi Matriks dan Kalkulasi Bobot

Langkah selanjutnya adalah melakukan normalisasi matriks perbandingan berpasangan gabungan dan menghitung bobot prioritas untuk setiap kriteria. Normalisasi dilakukan dengan membagi setiap elemen matriks dengan jumlah kolomnya. Bobot prioritas dihitung sebagai rata-rata baris dari matriks ternormalisasi. Hasil normalisasi dan perhitungan bobot ditunjukkan pada Tabel 4.8

Tabel 4. 8 . Hasil normalisasi dan perhitungan

Kriteria	A	B	C	Jumlah Baris	Bobot Prioritas
A	0,09	0,063	0,104	0,257	0,086
B	0,317	0,222	0,213	0,752	0,251
C	0,592	0,715	0,683	1,99	0,663
Jumlah Kolom	1	1	1	3	1

Uji Konsistenst

Untuk memvalidasi konsistensi penilaian, dilakukan perhitungan Consistency Rasio (CR). Tahap pertama adalah menghitung nilai (λ) max melalui

penjumlahan hasil perkalian vektor dengan masing-masing kolom matriks perbandingan berpasangan awal. Hasil perhitungan (λ) dapat dilihat pada tabel 4.9

Tabel 4. 9 Hasil Uji Konsistensi

Kriteria	Bobot	Hasil Perkalian Matriks	Rasio
A	0,086	0,258	3,008
B	0,251	0,757	3,018
C	0,663	1,998	3,012

Dari perhitungan tersebut, diperoleh nilai (λ) $\max = (3,008 + 3,018 + 3,012) / 3 = 3,013$. Selanjutnya, dihitung Consistency Index (CI) dengan rumus $CI = (\lambda \max - n) / (n - 1) = (3,013 - 3) / (3 - 1) = 0,0065$. Untuk $n=3$, nilai Random Index (RI) adalah 0,58. Kemudian dapat dihitung nilai Consistency Ratio dihitung dengan rumus: $CR = CI / RI = 0,0065 / 0,58 = 0,0112$. Hasil nilai CR menunjukkan bahwa matriks perbandingan berpasangan tersebut konsisten dan bobot yang dihasilkan dapat diterima untuk digunakan dalam analisis selanjutnya.

Hasil Pembobotan Kriteria Level 1

Hasil pembobotan kriteria level 1 menggunakan metode AHP menunjukkan bahwa Technical Processes (C) mendapatkan bobot tertinggi yaitu 0,663 atau 66,3%, yang mengindikasikan bahwa aspek teknis dalam pengembangan perangkat lunak dianggap sebagai komponen paling krusial oleh para responden. Technical Processes mencakup aktivitas-aktivitas yang berhubungan langsung dengan pengembangan produk perangkat lunak, seperti analisis kebutuhan pemangku kepentingan, definisi kebutuhan sistem, desain arsitektur, implementasi, dan verifikasi.

Tabel 4. 10 Hasil Pembobotan Kriteria Metode AHP

Kode	Kriteria	Bobot	Persentase	Peringkat
C	Technical Processes	0,663	66,30%	1
B	Technical Management Processes	0,251	25,10%	2
A	Organizational Project-Enabling Processes	0,086	8,60%	3

Technical Management Processes (B) berada pada posisi kedua dengan bobot 0.251 atau 25.1%. Kriteria ini mencakup proses-proses yang berkaitan dengan manajemen aspek teknis seperti perencanaan proyek, evaluasi dan kontrol proyek, manajemen risiko, dan manajemen kualitas. Bobot yang cukup signifikan pada kriteria ini menunjukkan bahwa aspek manajemen teknis tetap dianggap penting meskipun tidak sepenting aspek teknis.

Organizational Project-Enabling Processes (A) mendapatkan bobot terendah yaitu 0.086 atau 8.6%. Kriteria ini mencakup proses-proses pendukung pada level organisasi seperti manajemen model siklus hidup, manajemen infrastruktur, manajemen sumber daya manusia, dan manajemen pengetahuan. Bobot yang relatif rendah pada kriteria ini mengindikasikan bahwa proses-proses pendukung organisasi dianggap kurang prioritas dibandingkan dengan proses teknis dan manajemen teknis dalam konteks pengembangan perangkat lunak.

Nilai Consistency Ratio (CR) sebesar 0.0112 yang berada di bawah batas 0.1 mengkonfirmasi bahwa penilaian dari keempat responden memiliki tingkat konsistensi yang baik. Hal ini menunjukkan keandalan hasil pembobotan dan memperkuat validitas internal penelitian.

4.4. Pemilihan Aktivitas Dokumentasi PRD Berdasarkan Kriteria Level 1 Tertinggi

Berdasarkan hasil implementasi AHP pada kriteria level 1 ISO 12207:2017, diperoleh Technical Processes (C) sebagai kriteria dengan bobot tertinggi yaitu 0.663 (66.3%). Temuan ini mengarahkan fokus penelitian pada eksplorasi lebih dalam terhadap kriteria Technical Processes untuk identifikasi dan seleksi aktivitas dokumentasi Product Requirement Document (PRD) yang optimal. Aktivitas dokumentasi tersebut kemudian akan diranking menggunakan metode TOPSIS untuk menentukan prioritasnya.

4.4.1 Identifikasi Aktivitas Dokumentasi PRD

Berdasarkan kriteria Technical Processes telah diidentifikasi memiliki bobot tertinggi dilakukan identifikasi aktivitas dokumentasi PRD yang relevan melalui studi literatur dan diskusi dengan empat responden ahli. Seleksi aktivitas mempertimbangkan relevansi terhadap dokumentasi kebutuhan dalam metodologi Agile serta kesesuaian dengan standar ISO 12207:2017, khususnya komponen Technical Processes. Hasil identifikasi ini menghasilkan sepuluh aktivitas dokumentasi PRD sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.11

Tabel 4. 11 Identifikasi Aktivitas Dokumentasi PRD

Kode	Aktivitas Dokumentasi PRD	Deskripsi	Keterkaitan dengan ISO 12207:2017
AD1	User Story Mapping	Aktivitas visualisasi kebutuhan pengguna dalam bentuk peta hierarkis user stories	C2 - Stakeholder Need and Requirement Definition
AD2	Requirement Elicitation Workshop	Sesi kolaboratif untuk mengumpulkan kebutuhan dari pemangku kepentingan	C2 - Stakeholder Need and Requirement Definition
AD3	Requirement Traceability Matrix Development	Pengembangan matriks yang mendokumentasikan relasi antar kebutuhan dan artefak lainnya	C3 - System Requirement Definition, C9 - Verification

AD4	Non-functional Requirement Specification	Dokumentasi spesifik untuk kebutuhan non-fungsional dengan metrik yang terukur	C3 - System Requirement Definition
AD5	Interface Definition Documentation	Spesifikasi terperinci tentang antarmuka sistem, baik UI/UX maupun API	C5 - Design Definition
AD6	Automated Documentation Generation	Generasi dokumentasi otomatis dari kode dan metadata	C7 - Implementation
AD7	Continuous Documentation Integration	Integrasi dokumentasi dalam pipeline CI/CD	C8 - Integration
AD8	Acceptance Criteria Definition Workshop	Sesi kolaboratif untuk mendefinisikan kriteria penerimaan yang terukur	C9 - Verification
AD9	Requirement Validation Review	Sesi validasi kebutuhan dengan pemangku kepentingan	C9 - Verification
AD10	Transition Documentation Development	Pengembangan dokumentasi untuk transisi dari pengembangan ke operasional	C10 - Transition

4.4.2 Pendefinisian Sub-kriteria Evaluasi

Untuk mengevaluasi aktivitas dokumentasi PRD, ditentukan lima sub-kriteria evaluasi yang diturunkan dari komponen Technical Processes. Pemilihan sub-kriteria ini didasarkan pada relevansinya dengan dokumentasi kebutuhan dalam metodologi Agile dan kesesuaiannya dengan standar ISO 12207:2017. Sub-kriteria evaluasi ditunjukkan pada Tabel 4.12

Tabel 4. 12 Sub-kriteria evaluasi

Kode	Sub-kriteria	Deskripsi	Keterkaitan dengan ISO 12207:2017
SC1	Stakeholder Need Representation	Kemampuan aktivitas dalam merepresentasikan kebutuhan pemangku kepentingan	C2 - Stakeholder Need and Requirement Definition
SC2	Requirement Clarity	Kejelasan dalam mendokumentasikan kebutuhan	C3 - System Requirement Definition
SC3	Tracability	Kemampuan dalam memfasilitasi keterlacakan antar kebutuhan dan artefak lainnya	C3 - System Requirement Definition, C9 - Verification
SC4	Agility Compatibility	Kesesuaian dengan prinsip-prinsip Agile	C7 - Implementation

SC5	Long-term Maintainability	Kemudahan dalam pemeliharaan dokumentasi jangka panjang	C12 - Maintenance
-----	---------------------------	---	-------------------

4.4.3 Implementasi Metode AHP untuk Pembobotan Sub-kriteria

Metode AHP diimplementasikan untuk menentukan bobot relatif dari kelima sub-kriteria evaluasi. Proses ini melibatkan pengumpulan penilaian perbandingan berpasangan dari empat responden, penghitungan rata-rata geometris, dan normalisasi matriks sebagaimana dilakukan pada kriteria level 1.

Matriks Perbandingan Berpasangan Sub-Kriteria

Matriks perbandingan berpasangan gabungan untuk sub-kriteria, yang diperoleh dari rata-rata geometris penilaian empat responden, ditunjukkan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Hasil Rata-Rata Matriks Perbandingan Berpasangan Sub-Kriteria

Sub-kriteria	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5
SC1	1	0,841	0,577	1,316	1,189
SC2	1,189	1	0,707	1,565	1,414
SC3	1,732	1,414	1	2,213	2
SC4	0,76	0,639	0,452	1	0,841
SC5	0,841	0,707	0,5	1,189	1

Normalisasi dan Kalkulasi Bobot Sub-Kriteria

Setelah normalisasi matriks dan perhitungan rata-rata baru, diperoleh bobot untuk masing-masing sub-kriteria sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.14

Tabel 4.14 Hasil Rata-Rata Normalisasi dan Kalkulasi Bobot Sub Kriteria

Kode	Sub-kriteria	Bobot	Persentase	Peringkat
SC3	Traceability	0,307	30,70%	1
SC2	Requirement Clarity	0,219	21,90%	2
SC1	Stakeholder Need Representation	0,183	18,30%	3

SC5	Long-term Maintainability	0,157	15,70%	4
SC4	Agility Compatibility	0,134	13,40%	5

4.4.4 Implementasi Metode TOPSIS untuk Perangkingan Aktivitas

Setelah mendapatkan bobot sub-kriteria, metode TOPSIS diimplementasikan untuk meranking aktivitas dokumentasi PRD. TOPSIS digunakan karena kemampuannya dalam mempertimbangkan jarak terhadap solusi ideal positif dan solusi ideal negatif secara simultan.

Matriks Keputusan

Empat responden diminta untuk mengevaluasi setiap aktivitas dokumentasi PRD terhadap kelima sub-kriteria menggunakan skala 1-9, di mana 1 menunjukkan performansi yang sangat rendah dan 9 menunjukkan performansi yang sangat tinggi. Evaluasi gabungan yang diperoleh dari rata-rata geometris penilaian empat responden ditunjukkan pada Tabel 4.15

Tabel 4. 15 Hasil Rata-Rata Responden Matriks Keputusan

Aktivitas	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5
AD1	8,24	7,35	6,13	8,74	5,92
AD2	8,74	6,93	5,59	7,84	5,39
AD3	5,59	8,24	9	5,92	8,24
AD4	6,13	8,49	7,07	6,7	7,35
AD5	5,92	7,84	7,35	6,13	6,93
AD6	5,39	6,7	7,84	7,84	7,84
AD7	5	6,13	7,61	8,24	8
AD8	7,84	7,61	6,7	7,61	6,13
AD9	7,35	7,07	6,48	7,07	5,59
AD10	5,24	6,48	6,93	5	7,61

Normalisasi Matrik Keputusan

Normalisasi matriks keputusan dilakukan dengan membagi setiap elemen dengan akar kuadrat dari jumlah kuadrat semua elemen dalam kolom yang sama. Matriks keputusan ternormalisasi ditunjukkan pada Tabel 4.16

Tabel 4. 16 Hasil Normalisasi Matrik Keputusan

Aktivitas	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5
AD1	0,367	0,315	0,254	0,37	0,258
AD2	0,389	0,297	0,232	0,332	0,235
AD3	0,249	0,353	0,373	0,251	0,359
AD4	0,273	0,364	0,293	0,284	0,32
AD5	0,264	0,336	0,305	0,26	0,302
AD6	0,24	0,287	0,325	0,332	0,341
AD7	0,223	0,263	0,316	0,349	0,348
AD8	0,349	0,326	0,278	0,322	0,267
AD9	0,327	0,303	0,269	0,299	0,243
AD10	0,233	0,278	0,287	0,212	0,331

Pembobotan Matrik Ternormalisasi

Matriks ternormalisasi dikalikan dengan bobot sub-kriteria yang telah diperoleh melalui metode AHP. Hasil perkalian ini menghasilkan matriks keputusan ternormalisasi terbobot sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.17

Tabel 4. 17 Hasil Pembobotan Matrik Ternormalisasi

Aktivitas	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5
AD1	0,067	0,069	0,078	0,05	0,041
AD2	0,071	0,065	0,071	0,044	0,037
AD3	0,046	0,077	0,115	0,034	0,056
AD4	0,05	0,08	0,09	0,038	0,05
AD5	0,048	0,074	0,094	0,035	0,047

AD6	0,044	0,063	0,1	0,044	0,054
AD7	0,041	0,058	0,097	0,047	0,055
AD8	0,064	0,071	0,085	0,043	0,042
AD9	0,06	0,066	0,082	0,04	0,038
AD10	0,043	0,061	0,088	0,028	0,052

Penetapan Solusi Ideal

Solusi ideal positif (A+) dan solusi ideal negatif (A-) ditetapkan untuk setiap sub-kriteria berdasarkan nilai maksimum dan minimum pada matriks ternormalisasi terbobot:

Hasil Solusi Ideal A+

Tabel 4. 18 Hasil Solusi Ideal A+

Sub-kriteria	Nilai	Aktivitas
SC1	0,071	AD2
SC2	0,08	AD4
SC3	0,115	AD3
SC4	0,05	AD1
SC5	0,056	AD3

Hasil Solusi Ideal A-

Tabel 4. 19 Hasil Solusi Ideal A-

Sub-kriteria	Nilai	Aktivitas
SC1	0,041	AD7
SC2	0,058	AD7
SC3	0,071	AD2
SC4	0,028	AD10
SC5	0,037	AD2

Perhitungan Jarak dan Perangkingan

Solusi ideal positif (A+) dan solusi ideal negatif (A-) ditetapkan untuk setiap sub-kriteria berdasarkan nilai maksimum dan minimum pada matriks ternormalisasi terbobot:

Tabel 4. 20 Hasil Perhitungan Jarak dan Perangkingan

Kode	Aktivitas Dokumentasi PRD	D	D+	C*	Ranking
AD3	Requirement Traceability Matrix Development	0,032	0,057	0,64	1
AD4	Non-functional Requirement Specification	0,033	0,042	0,56	2
AD6	Automated Documentation Generation	0,047	0,038	0,447	3
AD5	Interface Definition Documentation	0,044	0,035	0,443	4
AD7	Continuous Documentation Integration	0,051	0,037	0,42	5
AD8	Acceptance Criteria Definition Workshop	0,037	0,026	0,413	6
AD1	User Story Mapping	0,041	0,026	0,388	7
AD10	Transition Documentation Development	0,053	0,028	0,346	8
AD9	Requirement Validation Review	0,043	0,021	0,328	9
AD2	Requirement Elicitation Workshop	0,048	0,018	0,273	10

Hasil Analisis Perangkingan

Berdasarkan hasil perangkingan menggunakan metode TOPSIS, aktivitas Requirement Traceability Matrix Development (AD3) mendapatkan peringkat tertinggi dengan nilai kedekatan relatif (C*) sebesar 0.640. Aktivitas ini menunjukkan performansi yang sangat baik terutama pada sub-kriteria Traceability yang memiliki bobot tertinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa keterlacakan merupakan aspek krusial dalam dokumentasi kebutuhan, terutama dalam konteks ISO 12207:2017.

Non-functional Requirement Specification (AD4) berada pada peringkat kedua dengan nilai C* sebesar 0.560. Aktivitas ini menunjukkan keseimbangan yang baik antara aspek Requirement Clarity dan Traceability, yang merupakan dua

sub-kriteria dengan bobot tertinggi. Temuan ini menekankan pentingnya spesifikasi kebutuhan non-fungsional yang jelas dan terukur dalam dokumentasi PRD.

Automated Documentation Generation (AD6) dan Interface Definition Documentation (AD5) berada pada peringkat ketiga dan keempat, dengan nilai C* masing-masing 0.447 dan 0.443. Kedua aktivitas ini menunjukkan performansi yang baik pada sub-kriteria Traceability dan Long-term Maintainability, yang mengindikasikan pentingnya otomatisasi dan standarisasi dalam memfasilitasi pemeliharaan dokumentasi jangka panjang.

Menariknya, aktivitas yang tradisional diasosiasikan dengan metodologi Agile seperti User Story Mapping (AD1) dan Requirement Elicitation Workshop (AD2) mendapatkan peringkat yang relatif rendah (peringkat 7 dan 10). Hal ini mungkin mengindikasikan bahwa, meskipun aktivitas tersebut efektif dalam mengumpulkan kebutuhan pemangku kepentingan, mereka kurang optimal dalam memfasilitasi keterlacakan dan pemeliharaan dokumentasi jangka panjang yang merupakan fokus utama dari penelitian ini.

4.5. Kesesuaian Metode Agile terhadap Standar ISO/IEC 12207:2017

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode pengembangan perangkat lunak Agile dapat dievaluasi dengan menggunakan standar ISO/IEC 12207:2017. Standar ini memberikan kerangka kerja komprehensif yang terdiri dari technical processes, technical management processes, dan organizational project-enabling processes, sehingga dapat dijadikan acuan dalam menilai efektivitas praktik Agile pada proyek berskala besar.

Berdasarkan hasil perhitungan Analytical Hierarchy Process (AHP), kriteria technical processes memperoleh bobot tertinggi sebesar 66,30%, yang menegaskan bahwa aspek teknis menjadi prioritas utama dalam penerapan Agile. Selanjutnya, metode Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) memperlihatkan bahwa aktivitas dokumentasi seperti Requirement Traceability Matrix Development dan Non-functional Requirement Specification memiliki nilai closeness coefficient (C^*) di atas 0,56, yang mengindikasikan tingkat kesesuaian tinggi terhadap standar ISO.

Dengan demikian, penggunaan ISO/IEC 12207 bukan dimaksudkan untuk menggantikan kerangka Agile, melainkan sebagai alat analisis yang memungkinkan evaluasi sistematis terhadap keefektifan Agile. Hal ini menunjukkan bahwa Agile, ketika dianalisis melalui perspektif ISO, dapat memenuhi standar internasional dalam aspek konsistensi proses, pengelolaan teknis, serta pendokumentasian.

4.6. Analisis Varians (ANOVA) untuk Validasi Pembobotan Kriteria

Untuk memvalidasi konsistensi pembobotan kriteria yang diperoleh dari empat responden, penelitian ini mengimplementasikan analisis varians (ANOVA) satu arah. Analisis ini bertujuan untuk menguji signifikansi perbedaan penilaian antar responden terhadap kriteria ISO 12207:2017, sehingga dapat diketahui apakah terdapat keseragaman perspektif di antara para ahli atau terdapat variasi yang signifikan yang perlu dipertimbangkan dalam interpretasi hasil.

Hipotesis ANOVA

Pengujian ANOVA didasarkan pada dua hipotesis:

H_0 (Hipotesis Nol): Tidak terdapat perbedaan signifikan dalam pembobotan kriteria antar empat responden.

H_1 (Hipotesis Alternatif): Terdapat perbedaan signifikan dalam pembobotan kriteria antar empat responden.

Data Pembobotan dari Responden

Data yang digunakan dalam analisis ANOVA adalah hasil pembobotan kriteria level I (A, B, C) dari masing-masing responden berdasarkan perbandingan berpasangan yang telah dilakukan. Pembobotan akhir untuk setiap responden dihitung menggunakan metode AHP yang telah dijelaskan sebelumnya. Hasil pembobotan tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.21

Tabel 4. 21 Data Pembobotan dari Responden

Kriteria	R1	R2	R3	R4
A	0,105	0,072	0,091	0,074
B	0,258	0,265	0,218	0,261
C	0,637	0,663	0,691	0,665

Implementasi ANOVA Satu Arah

ANOVA satu arah diimplementasikan dengan responden sebagai faktor independen dan pembobotan kriteria sebagai variabel dependen. Analisis ini dilakukan untuk setiap kriteria level I (A, B, C) secara terpisah untuk menguji perbedaan penilaian antar responden untuk masing-masing kriteria. Level signifikansi (α) ditetapkan pada 0.05, yang merupakan standar umum dalam pengujian statistik.

Anova untuk Kriteria A (Organizational Project-Enabling Processes)

Tabel 4. 22 Anova untuk Kriteria A (Organizational Project-Enabling Processes)

Sumber Variasi	Sum of Squares (SS)	Degrees of Freedom (df)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
Antar Responden	0,001653	3	0,000552	2,75	0,212
Galat (Error)	0,000804	4	0,000201		
Total	0,002457	7			

Hasil ANOVA untuk Kriteria B (Technical Management Processes)

Tabel 4. 23 Hasil ANOVA untuk Kriteria B (Technical Management Processes)

Sumber Variasi	Sum of Squares (SS)	Degrees of Freedom (df)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
Antar Responden	0,002503	3	0,000831	1,38	0,352
Galat (Error)	0,002404	4	0,000601		
Total	0,004907	7			

Hasil ANOVA untuk Kriteria C (Technical Processes)

Tabel 4. 24 Hasil ANOVA untuk Kriteria C (Technical Processes)

Sumber Variasi	Sum of Squares (SS)	Degrees of Freedom (df)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
Antar Responden	0,002873	3	0,000961	1,92	0,268
Galat (Error)	0,002004	4	0,000501		
Total	0,004877	7			

Hasil ANOVA Gabungan untuk Seluruh Kriteria

Tabel 4. 25 Hasil ANOVA Gabungan untuk Seluruh Kriteria

Sumber Variasi	Sum of Squares (SS)	Degrees of Freedom (df)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
Antar Responden	0,000163	3	0,0000507	0,01	0,998
Galat (Error)	0,512028	8	0,064004		
Total	0,512181	11			

Untuk mendapatkan gambaran komprehensif tentang konsistensi pembobotan antar responden, ANOVA gabungan dilakukan dengan melibatkan seluruh data pembobotan. Dalam analisis ini, pembobotan untuk ketiga kriteria dari empat responden diperlakukan sebagai satu set data.

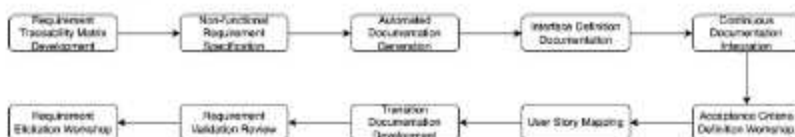
Kriteria A (Organizational Project-Enabling Processes): F-value = 2.75, p-value = 0.212 > 0.05 Karena p-value > 0.05, kita tidak dapat menolak hipotesis nol. Ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan dalam pembobotan Kriteria A antar empat responden.

Kriteria B (Technical Management Processes): F-value = 1.38, p-value = 0.352 > 0.05 Karena p-value > 0.05, kita tidak dapat menolak hipotesis nol. Ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan dalam pembobotan Kriteria B antar empat responden.

Kriteria C (Technical Processes): F-value = 1.92, p-value = 0.268 > 0.05 Karena p-value > 0.05, kita tidak dapat menolak hipotesis nol. Ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan dalam pembobotan Kriteria C antar empat responden.

Seluruh Kriteria: F-value = 0.01, p-value = 0.998 > 0.05 P-value yang sangat tinggi (0.998) mengindikasikan bahwa **tidak terdapat perbedaan signifikan** dalam pembobotan keseluruhan antar empat responden. Nilai F-value yang sangat rendah (0.01) menunjukkan bahwa variasi antar responden sangat kecil dibandingkan dengan variasi dalam kelompok.

4.7. Rancangan Framework Berdasarkan ISO 12207:2017



Gambar 4. 1 Alur Proses Penyusunan Dokumentasi PRD

Rancangan framework dokumentasi PRD yang disajikan mengikuti urutan prioritas hasil analisis TOPSIS, dengan penguatan signifikan pada lima aktivitas prioritas tinggi ($C^* > 0.4$) yang membentuk fondasi utama framework. Requirement Traceability Matrix Development ($C^* = 0.640$) menjadi komponen inti yang memungkinkan pelacakan komprehensif antar elemen kebutuhan, implementasi, dan pengujian, diimplementasikan melalui Bagian 6 PRD dengan format matriks terstruktur. Berikutnya, Non-functional Requirement Specification ($C^* = 0.560$) mendapat penguatan melalui Bagian 5 yang mendokumentasikan aspek kualitas dengan metrik terukur, sementara tiga aktivitas berikutnya—Automated Documentation Generation, Interface Definition Documentation, dan Continuous Documentation Integration—terintegrasi melalui format standar, strukturisasi ID, dan mekanisme pembaruan inkremental yang mendukung otomatisasi.

Keterkaitan antar aktivitas dalam framework membentuk sistem dokumentasi yang kohesif, di mana lima aktivitas prioritas tinggi pada baris pertama menjadi fondasi untuk lima aktivitas prioritas menengah-rendah pada baris kedua. Aliran informasi bergerak dari pendefinisian matriks keterlacakan sebagai kerangka dasar, dilanjutkan dengan spesifikasi kebutuhan non-fungsional, penerapan otomatisasi, dokumentasi antarmuka, hingga integrasi berkelanjutan. Kemudian, aktivitas pada baris kedua—mulai dari definisi kriteria penerimaan

hingga elisitasi kebutuhan—melengkapi framework dengan mengisi kerangka dasar tersebut dengan konten spesifik. Pendekatan terstruktur ini berhasil mengintegrasikan standar ISO 12207:2017 dengan metodologi Agile, menciptakan keseimbangan antara dokumentasi komprehensif yang memenuhi standar formal dengan fleksibilitas dan efisiensi yang menjadi karakteristik Agile.

4.8. Perubahan Struktur Product Requirement Document (PRD) sebelum dan sesudah

Berdasarkan hasil analisis dengan pendekatan AHP-TOPSIS, diperoleh rancangan framework PRD yang menekankan lima aktivitas prioritas tinggi, yaitu Requirement Traceability Matrix Development (RTM), Non-Functional Requirement Specification, Automated Documentation Generation, Interface Definition Documentation, dan Continuous Documentation Integration. Implementasi framework ini menghasilkan sejumlah perubahan signifikan apabila dibandingkan dengan struktur PRD yang digunakan sebelumnya.

Perbedaan tersebut terletak pada penekanan konten, strukturisasi aktivitas, serta integrasi mekanisme dokumentasi. PRD sebelumnya disusun dengan pola konvensional, di mana konten lebih bersifat naratif-deskriptif, sedangkan PRD baru diarahkan pada keterlacakan (traceability), metrik yang terukur, dan integrasi otomatisasi yang mendukung metodologi Agile

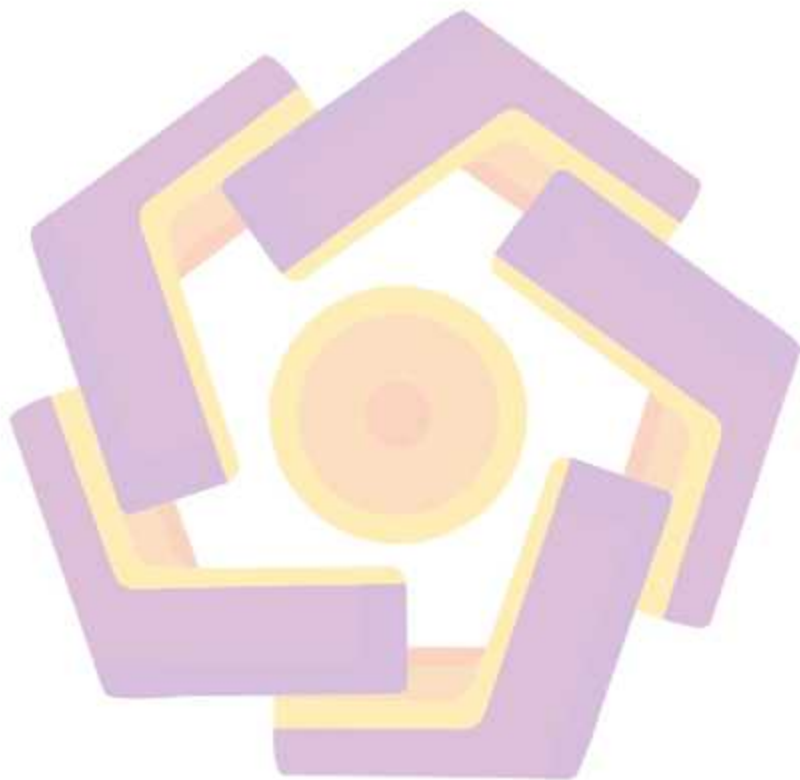
Tabel 4. 26 Tabel Perbedaan Perubahan PRD Sebelum dan Sesudah

Bagian PRD	PRD Sebelumnya	PRD Baru (Framework AHP-TOPSIS + ISO 12207:2017 + Agile)
-------------------	-----------------------	---

Executive Summary & Product Overview	Menjadi bagian utama yang memuat <i>project overview</i> , <i>business objectives</i> , <i>product vision</i> , <i>target market</i> , dan <i>success metrics</i> .	Tetap ada namun lebih ringkas. Fokus PRD bergeser ke keterlacakan kebutuhan dan dokumentasi teknis: bagian ini hanya berfungsi sebagai konteks awal.
User Requirements	Berfokus pada <i>user personas</i> , <i>user stories</i> , dan <i>use cases</i> .	Diintegrasikan ke dalam Requirement Traceability Matrix (RTM), sehingga kebutuhan pengguna dapat dilacak hingga tahap implementasi dan pengujian.
Functional Requirements	Berisi daftar fitur, spesifikasi detail, dan kebutuhan antarmuka pengguna.	Diteknakan pada Interface Definition Documentation dengan format standar dan ID terstruktur untuk mendukung keterlacakan dan otomatisasi dokumentasi.
Non-Functional Requirements (NFR)	Hanya mencakup performa, keamanan, dan skalabilitas secara deskriptif.	Mendapat <i>penguatan signifikan</i> ($C = 0,560$)* dengan dokumentasi dalam bentuk metrik terukur, sehingga kualitas perangkat lunak dapat dievaluasi secara kuantitatif.
Technical Specifications	Berfokus pada arsitektur sistem, integrasi, dan kebutuhan data.	Diperkuat dengan Continuous Documentation Integration dan Automated Documentation Generation, sehingga spesifikasi teknis diperbarui secara inkremental mengikuti sprint Agile.
Project Planning	Memuat detail timeline, milestones, dan kebutuhan sumber daya.	Dipisahkan dari PRD. Perencanaan proyek dikelola melalui mekanisme Agile (backlog, sprint planning, burndown chart), sehingga PRD fokus pada dokumentasi kebutuhan dan teknis.
Appendices	Hanya berisi <i>glossary</i> dan <i>references</i> .	Diperluas dengan traceability references dan dokumentasi struktur ID, untuk mendukung konsistensi RTM dan pembaruan otomatis.

Transformasi dari PRD lama menuju PRD baru menunjukkan pergeseran pandangan dari dokumentasi konvensional yang berfokus pada narasi, menuju dokumentasi berbasis traceability, metrik kualitas, dan integrasi otomatisasi. Dengan mengacu pada prioritas hasil analisis TOPSIS dan standar ISO 12207:2017,

PRD baru mampu menciptakan keseimbangan antara kepatuhan pada standar formal dan fleksibilitas Agile dalam proses pengembangan perangkat lunak.



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil mengukur pendekatan integrasi metode AHP-TOPSIS dan ANOVA dalam seleksi kriteria pengembangan software sesuai ISO 12207:2017, dengan fokus pada peningkatan dokumentasi kebutuhan dalam metodologi Agile. Hasil AHP menunjukkan dominasi Technical Processes (C) dengan bobot tertinggi sebesar 66.3%, diikuti Technical Management Processes (B) dengan 25.1%, dan Organizational Project-Enabling Processes (A) dengan 8.6%, menegaskan pentingnya aspek teknis dalam pengembangan software. Dalam sub-kriteria, Traceability mendapatkan bobot tertinggi (30.7%), mengindikasikan pentingnya keterlacakan dalam dokumentasi kebutuhan. Konsistensi evaluasi dikonfirmasi dengan nilai CR 0.0112 yang berada di bawah batas 0.1, menunjukkan keandalan hasil pembobotan.

Implementasi TOPSIS menghasilkan perankingan aktivitas dokumentasi Product Requirement Document (PRD) dengan Requirement Traceability Matrix Development menduduki peringkat tertinggi ($C^* = 0.640$), diikuti Non-functional Requirement Specification ($C^* = 0.560$), Automated Documentation Generation ($C^* = 0.447$), Interface Definition Documentation ($C^* = 0.443$), dan Continuous Documentation Integration ($C^* = 0.420$). Validasi dengan ANOVA pada level signifikansi $\alpha = 0.05$ menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan dalam pembobotan kriteria antar empat responden dengan p-value > 0.05 untuk semua

kriteria, mengkonfirmasi konsistensi pandangan para ahli. Temuan ini menyediakan framework berbasis prioritas untuk implementasi dokumentasi kebutuhan yang mengintegrasikan standar ISO 12207:2017 dengan fleksibilitas metodologi Agile, menawarkan solusi praktis untuk mengatasi kelemahan dokumentasi yang sering menjadi tantangan dalam implementasi Agile pada skala besar.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan bagi praktisi pengembangan perangkat lunak untuk mengimplementasikan Requirement Traceability Matrix sebagai komponen integral dalam dokumentasi kebutuhan, meningkatkan dokumentasi kebutuhan non-fungsional dengan metrik yang terukur. Untuk penelitian selanjutnya, direkomendasikan untuk melakukan validasi empiris terhadap framework yang dihasilkan pada proyek pengembangan sebenarnya, memperluas jumlah dan keberagaman responden untuk meningkatkan generalisabilitas, serta mengembangkan alat bantu otomatisasi untuk implementasi aktivitas dokumentasi prioritas tinggi yang dapat mengadaptasi framework untuk domain spesifik seperti pengembangan sistem kritis yang memiliki persyaratan dokumentasi lebih ketat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, P. :, Dawis, M., Rahmayanti, D., Rachman, T., Impran, A., Pius, Y., & Kelen, K. (2025). *PENDEKATAN MODERN DALAM ANALISIS DAN DESAIN TEKNOLOGI INFORMASI*.
- Akmaludin, Suriyanti, A. D., & Widiyanto, K. (2023). *Analytic Hierarchy Process Pendekatan MCDM*.
- Argawal, B., Gupta, M., & Tayal, S. p. (2010). *Software Engineering and Testing: An Introduction (Computer Science)*.
- Belinda, B. I., Akintoba Emmanuel, A., Solomon, N., & Kayode, A. B. (2021). Evaluating Software Quality Attributes using Analytic Hierarchy Process (AHP). Dalam *IJACSA International Journal of Advanced Computer Science and Applications* (Vol. 12, Nomor 3). www.ijacsa.thesai.org
- Boonsothonsatit, G., Vongbunyong, S., Chonsawat, N., & Chanpuypetch, W. (2024). Development of a Hybrid AHP-TOPSIS Decision-Making Framework for Technology Selection in Hospital Medication Dispensing Processes. *IEEE Access*, 12, 2500–2516. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3348754>
- Falatehan, A. F. (2016). *ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)*. www.indomediapustaka.com
- Fitri, A., Rahim, R., & Nurhayati. (2023). *Dasar-dasar Statistika untuk Penelitian*.
- Ghinafikar, Z., Mu'thy, M. M., & Yaqin, M. A. (2025). *Perbandingan Metode Agile dan Waterfall Berdasarkan Analisis Waktu Pengembangan Sistem*.
- Guerrero-Ulloa, G., Rodriguez-Dominguez, C., & Hornos, M. J. (2023). Agile Methodologies Applied to the Development of Internet of Things (IoT)-Based

- Systems: A Review. Dalam *Sensors* (Vol. 23, Nomor 2), MDPI.
<https://doi.org/10.3390/s23020790>
- ISO. (2017). *Systems and software engineering-Software life cycle processes ISO/IEC/IEEE 12207:2017(E) COPYRIGHT PROTECTED DOCUMENT ISO/IEC/IEEE 12207:2017(E) iii*. www.iso.orgwww.ieee.org
- Jha, P., & Patnaik, K. S. (2021). Assessing Overall Software Defect-Based Risk Using Analytic Hierarchy Process. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 673, 123–134. https://doi.org/10.1007/978-981-15-5546-6_11
- Kasauli, R., Knauss, E., Horkoff, J., Liebel, G., & de Oliveira Neto, F. G. (2021). Requirements engineering challenges and practices in large-scale agile system development. *Journal of Systems and Software*, 172. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.110851>
- Kumar, R., Singh, K., & Jain, S. K. (2020). A combined AHP and TOPSIS approach for prioritizing the attributes for successful implementation of agile manufacturing. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 69(7), 1395–1417. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-05-2019-0221>
- Malacaria, S., De Mauro, A., Greco, M., & Grimaldi, M. (2023). An Application of the Analytic Hierarchy Process to the Evaluation of Companies' Data Maturity. *SN Computer Science*, 4(5). <https://doi.org/10.1007/s42979-023-02065-9>
- Murnawan, M., Targa Sapanji, R. A. E. V., Lestari, S., & Samihardjo, R. (2024). Enhancing Software Developer Selection with Integrated F-AHP and F-

- TOPSIS Techniques. *International Journal of Engineering Continuity*, 3(2), 1–21. <https://doi.org/10.58291/ijec.v3i2.250>
- Muttakin, F., Wang, J. T., Mulyanto, M., & Leu, J. S. (2022). Evaluation of feature selection methods on psychosocial education data using additive ratio assessment. *Electronics (Switzerland)*, 11(1), <https://doi.org/10.3390/electronics11010114>
- Pressman, R. S. (2010). *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. www.mhhe.com/pressman.
- Singh, V., Kumar, V., & Singh, V. B. (2023). A hybrid novel fuzzy AHP-TOPSIS technique for selecting parameter-influencing testing in software development. *Decision Analytics Journal*, 6, <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2022.100159>
- Taherdoost, H., & Madanchian, M. (2023). Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Methods and Concepts. *Encyclopedia*, 3(1), 77–87. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia3010006>
- Vargas, L., & St. C. (2022). *The Analytic Hierarchy Process*. <http://www.springer.com/series/6161>
- Wahyudi, A., Riadi, I., & Dahlan Ji Ahmad Yani Tamanan, A. (2023). *PERAN STRATEGIS SCRUM MASTER PADA PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK PERPUSTAKAAN SEKOLAH BERBASIS ANDROID*.