

**PERANCANGAN *FRAMEWORK* ESTIMASI BIAYA PENGEMBANGAN
SISTEM INFORMASI BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE *USE
CASE POINTS* (UCP)**

Tesis

Oleh :

NANDA PUTRI SAZQIAH

NPM 2225031012



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

PERANCANGAN *FRAMEWORK* ESTIMASI BIAYA PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE *USE CASE POINTS* (UCP)

Oleh

NANDA PUTRI SAZQIAH

Estimasi Harga Perkiraan Sendiri (HPS) dalam pengadaan pengembangan sistem informasi merupakan tahapan penting untuk menjamin kewajaran harga, efisiensi anggaran, dan akuntabilitas proses pengadaan. Namun, penyusunan HPS pada praktiknya masih sering dilakukan tanpa metode kuantitatif yang terstruktur. Penelitian ini bertujuan merancang kerangka kerja estimasi HPS berbasis metode *Use Case Points* (UCP), mengembangkan aplikasi estimasi berbasis web, serta melakukan verifikasi dan validasi terhadap kerangka kerja dan sistem yang dihasilkan.

Metode penelitian meliputi studi literatur, perancangan kerangka kerja estimasi berbasis UCP, pengembangan sistem berbasis website, serta uji verifikasi dan validasi mengacu pada ISO/IEC/IEEE 1012. Tahapan estimasi mencakup identifikasi aktor dan *use case*, perhitungan UUCP, penyesuaian *Technical Complexity Factor* (TCF) dan *Environmental Complexity Factor* (ECF), konversi UCP menjadi *effort* (*man-hours*), serta konversi *effort* ke komponen biaya HPS sesuai regulasi pengadaan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan estimasi HPS yang objektif, konsisten, dan terdokumentasi. Uji verifikasi menyatakan perhitungan telah sesuai metode UCP, sedangkan uji validasi menunjukkan sistem layak diterapkan untuk mendukung penyusunan HPS yang lebih transparan dan akuntabel. Penelitian ini menghasilkan kerangka kerja dan aplikasi berbasis web yang siap digunakan dalam praktik pengadaan sistem informasi.

Kata Kunci : HPS; *Use Case Points* (UCP); estimasi biaya; sistem informasi; pengadaan pemerintah.

ABSTRACT

DESIGN OF A COST ESTIMATION FRAMEWORK FOR WEB-BASED INFORMATION SYSTEM DEVELOPMENT USING THE USE CASE POINTS (UCP) METHOD

By

NANDA PUTRI SAZQIAH

The preparation of the Owner's Estimate (HPS) in the procurement of information system development is a crucial stage to ensure price reasonableness, budget efficiency, and accountability. However, in practice, HPS preparation is often conducted without a structured quantitative method. This research aims to design an HPS estimation framework based on the Use Case Points (UCP) method, develop a web-based estimation application, and conduct verification and validation of the proposed framework and system.

The research methodology includes literature study, design of a UCP-based estimation framework, development of a web-based system, and verification and validation testing referring to ISO/IEC/IEEE 1012. The estimation process consists of identifying actors and use cases, calculating Unadjusted Use Case Points (UUCP), adjusting Technical Complexity Factor (TCF) and Environmental Complexity Factor (ECF), converting UCP into effort (man-hours), and transforming effort into HPS cost components in accordance with procurement regulations.

The results indicate that the developed system is capable of producing objective, consistent, and well-documented HPS estimations. Verification testing confirms compliance with the UCP method, while validation results show that the system is feasible for implementation to support more transparent and accountable HPS preparation. This study produces a framework and a web-based application ready for practical implementation in information system procurement.

Keywords: Owner's Estimate (HPS); Use Case Points (UCP); cost estimation; information systems; government procurement.

**PERANCANGAN *FRAMEWORK* ESTIMASI BIAYA PENGEMBANGAN
SISTEM INFORMASI BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE *USE
CASE POINTS* (UCP)**

Oleh

NANDA PUTRI SAZQIAH

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister Teknik

Pada

**Program Studi Magister Teknik Elektro
Program Pascasarjana**



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

Judul Tesis

**: PERANCANGAN *FRAMEWORK* ESTIMASI
BIAYA PENGEMBANGAN SISTEM
INFORMASI BERBASIS WEB
MENGUNAKAN METODE *USE CASE*
POINTS (UCP)**

Nama Mahasiswa

: Nanda Putri Sazqiah

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2225031012

Program Studi

: Magister Teknik Elektro

Jurusan

: Teknik Elektro

Fakultas

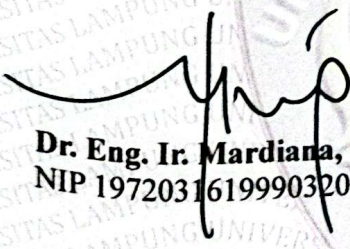
: Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I,

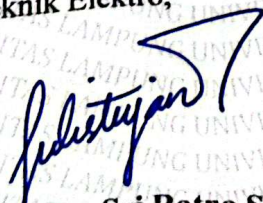
Pembimbing II,


Dr. Eng. Ir. Mardiana, S.T., M.T.
NIP 197203161999032002


Dr. Ir. M. Komarudin, M.T.
NIP 196812071997031006

2. Mengetahui,

**Koordinator Program Studi Magister
Teknik Elektro,**


Prof. Dr. Sri Ratna Sulistiyan, M.T.
NIP 196510211995122001

MENGESAHKAN

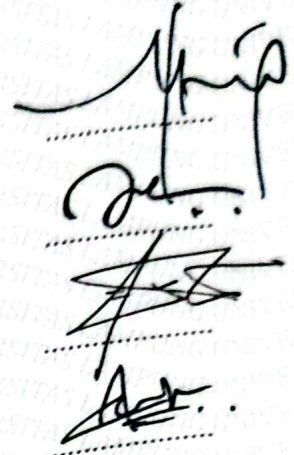
1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Eng. Ir. Mardiana, S.T., M.T.

Sekretaris : Dr. Ir. M. Komarudin, M.T.

Penguji Bukan Pembimbing : 1. Dr. Eng. F.X. Arinto Setyawan, S.T., M.T.


: 2. Dr. Misfa Susanto, S.T., M.Sc.



2. Dekan Fakultas Teknik


Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T.
NIP 196910302000031001

3. Direktur Pasca Sarjana


Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.
NIP 196403261989021001

Tanggal Lulus Ujian Tesis : 29 Januari 2026

PERNYATAAN TESIS MAHASISWA


Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis dengan Judul “Perancangan *Framework* Estimasi Biaya Pengembangan Sistem Informasi Berbasis Web Menggunakan Metode *Use Case Points* (UCP)” adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai etika ilmiah yang berlaku dalam Masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya saya ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada Saya sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 29 Januari 2026

Saya Menyatakan



Nanda Putri Sazqiah
NPM. 2225031012

RIWAYAT HIDUP



Nanda Putri Sazqiah lahir di Bandar Jaya pada tanggal 31 Oktober 1998. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Sazli Rahman dan Juwariah. Pendidikan formal penulis dimulai dari TK Al-Falah pada tahun 2005, kemudian melanjutkan pendidikan dasar di SD Negeri 7 Bandar Jaya pada tahun 2005 hingga 2011. Pendidikan menengah pertama ditempuh di SMP Negeri 3 Terbanggi Besar pada tahun 2011 hingga 2014, dan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Terbanggi Besar pada tahun 2014 hingga 2017.

Pada tahun 2017, penulis melanjutkan pendidikan tinggi jenjang sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Universitas Lampung, dan menyelesaikan studi pada tahun 2021. Saat ini, penulis sedang menempuh pendidikan jenjang magister pada Program Studi Teknik Elektro, Universitas Lampung. Selain menempuh pendidikan, penulis bekerja sebagai Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kerja (PPPK) di Institut Teknologi Sumatera.

MOTTO

“Saya memilih untuk terus belajar, bertumbuh, dan menyelesaikan apa yang telah saya mulai.”

PERSEMBAHAN

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga laporan penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Pada kesempatan ini, penulis mempersembahkan sekaligus menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak berikut:

1. Kedua orang tua tercinta, Sazli Rahman dan Juwariah, atas kasih sayang, doa, nasihat, serta dukungan yang tiada henti dalam setiap langkah pendidikan dan kehidupan penulis.
2. Suami tercinta, Jeshu Putra, atas doa, dukungan, pengertian, dan pendampingan yang tulus selama proses penyusunan laporan penelitian ini.
3. Keluarga besar, yang senantiasa memberikan semangat, perhatian, dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian ini dengan baik.
4. Rekan MTE Universitas Lampung angkatan 2022, atas kebersamaan, diskusi, dan dukungan selama masa perkuliahan dan penyusunan laporan penelitian ini.
5. Rekan UKPBJ Institut Teknologi Sumatera, atas dukungan, kerja sama, serta lingkungan kerja yang kondusif selama penelitian berlangsung.
6. Seluruh teman-teman yang telah memberikan support, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam berbagai bentuk sehingga laporan penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga tesis yang berjudul “Perancangan *Framework* Estimasi Biaya Pengembangan Sistem Informasi Berbasis Web Menggunakan Metode *Use Case Points* (UCP)” dapat diselesaikan dengan baik sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Teknik Elektro, Universitas Lampung.

Penulisan tesis ini tidak terlepas dari dukungan, arahan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., IPM., ASEAN., Eng. selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si. selaku Direktur Pasca Sarjana Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
4. Ibu Herlinawati, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
5. Ibu Dr. Ir. Sri Ratna Sulistiyanti, M.T. selaku Koordinator Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Lampung.
6. Ibu Dr. Eng. Ir. Mardiana, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk membimbing, memberikan perhatian, memberikan izin, dan memotivasi selama penyusunan tesis ini menjadi lebih baik.
7. Bapak Dr. Ir. M. Komarudin, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan sumbangan pemikiran, kritik, dan saran demi terselesaikannya tesis ini.
8. Bapak Dr. Eng. F.X. Arinto Setyawan, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji I dan Bapak Dr. Misfa Susanto, S.T., M.Sc. selaku Dosen Penguji II yang telah memberi kritik dan saran-saran dalam menyusun tesis ini.

9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini.

Akhir kata, penulis berharap tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang tata kelola teknologi informasi dan pengadaan sistem informasi di lingkungan perguruan tinggi maupun instansi pemerintah.

Bandar Lampung, 1 Februari 2026
Yang Menyatakan

Nanda Putri Sazqiah
NPM. 2225031012

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga laporan penelitian tesis berjudul “Perancangan *Framework* Estimasi Biaya Pengembangan Sistem Informasi Berbasis Web Menggunakan Metode *Use Case Points* (UCP)” dapat diselesaikan dengan baik.

Laporan penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat penyelesaian studi pada jenjang magister serta diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan metode estimasi HPS yang lebih sistematis, terukur, dan berbasis teknologi informasi. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki keterbatasan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan di masa mendatang.

Bandar Lampung, 28 Januari 2026
Penulis

Nanda Putri Sazqiah
NPM. 2225031012

DAFTAR ISI

| | |
|--|--------------|
| DAFTAR ISI | xiv |
| DAFTAR GAMBAR | xvii |
| DAFTAR TABEL | xviii |
| DAFTAR ISTILAH | xix |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.4 Batasan Masalah | 4 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 5 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 6 |
| II TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1 Penelitian Terkait | 7 |
| 2.2 Metode Use Case Points (UCP) | 10 |
| 2.2.1 <i>Unadjusted Use Case Points</i> (UUCP) | 10 |
| 2.2.2 <i>Unadjusted Use Case Weight</i> (UUCW) | 11 |
| 2.2.3 <i>Unadjusted Actor Weight</i> (UAW) | 11 |
| 2.2.4 <i>Technical Complexity Factor</i> (TCF) | 12 |
| 2.2.5 <i>Environmental Complexity Factor</i> (ECF) | 13 |
| 2.3 Alternatif Estimasi dalam Pengembangan Agile: <i>Story Points</i> dan <i>Velocity</i> | 14 |
| 2.3.1 Latar Belakang | 14 |
| 2.3.2 <i>Story Points</i> | 14 |
| 2.3.3 <i>Velocity</i> | 15 |
| 2.3.4 Perbandingan UCP dengan <i>Story Points</i> dan <i>Velocity</i> | 15 |
| 2.3.5 Implikasi terhadap Penelitian | 16 |
| 2.4 Peraturan Presiden Nomor 46 Tahun 2025 | 17 |
| 2.5 Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah | 17 |
| 2.6 Harga Perkiraan Sendiri (HPS) | 19 |

| | |
|---|-----------|
| 2.7 Institut Teknologi Sumatera (ITERA) | 21 |
| 2.7 Verifikasi dan Validasi Perangkat Lunak Berdasarkan ISO/IEC/IEEE 1012 | 22 |
| 2.7.1 Konsep Dasar Verifikasi dan Validasi | 22 |
| 2.7.2 ISO/IEC/IEEE 1012 – <i>Software Verification and Validation</i> | 22 |
| 2.7.3 Ruang Lingkup Aktivitas Verifikasi | 23 |
| 2.7.4 Ruang Lingkup Aktivitas Validasi | 24 |
| 2.7.5 Perbedaan dan Hubungan Verifikasi dan Validasi | 24 |
| III METODOLOGI PENELITIAN | 26 |
| 3.1 Metode Penelitian..... | 26 |
| 3.1.1 Studi Literatur | 28 |
| 3.1.2 Perancangan Kerangka Kerja Estimasi HPS | 29 |
| 3.1.3 Pengembangan Lembar Kerja Estimasi HPS..... | 32 |
| 3.1.4 Perancangan Instrumen Verifikasi dan Validasi (V&V) | 36 |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 43 |
| 4.1 Perancangan Kerangka Kerja Estimasi HPS..... | 43 |
| 4.1.1 Perancangan Komponen BLP Berbasis UCP | 45 |
| 4.1.2 Perancangan Komponen Biaya Langsung Non-Personil (BLNP) | 47 |
| 4.1.3 Perhitungan Pajak dan Penetapan Nilai HPS | 47 |
| 4.2 Pengembangan Kerangka Kerja Estimasi HPS..... | 48 |
| 4.2.1 <i>Form</i> Mulai | 52 |
| 4.2.2 <i>Form</i> Perhitungan HPS | 53 |
| 4.2.3 <i>Form Hours of Effort</i> per UCP | 57 |
| 4.2.4 Halaman % <i>Effort</i> Per Aktivitas & Biaya Per Aktivitas..... | 59 |
| 4.2.5 Halaman <i>Owner Estimate Price</i> (HPS)..... | 61 |
| 4.3 Analisis Hasil Verifikasi dan Validasi | 68 |
| 4.3.1 Analisis Hasil Verifikasi Kerangka Kerja Estimasi UCP..... | 68 |
| 4.3.2 Analisis Hasil Verifikasi Aplikasi Website (<i>Black Box Testing</i>) | 69 |
| 4.3.3 Analisis Hasil Validasi Kerangka Kerja | 70 |
| 4.3.4 Analisis Hasil Validasi Aplikasi Website | 71 |
| 4.3.5 Analisis Hasil Validasi Aplikasi Website | 72 |
| V KESIMPULAN DAN SARAN..... | 73 |

| | | |
|-----|------------------|----|
| 5.1 | Kesimpulan | 73 |
| 5.2 | Saran..... | 74 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2. 1 Penelitian Terkait..... | 7 |
| Tabel 2. 2 Klasifikasi Kompleksitas Use Case..... | 11 |
| Tabel 2. 3 Klasifikasi Aktor Berdasarkan Kompleksitasnya..... | 12 |
| Tabel 2. 4 Faktor Teknis Berdasarkan Tingkat Kepentingannya | 12 |
| Tabel 2. 5 Faktor Lingkungan | 13 |
| Tabel 2. 6 Perbandingan UCP dengan Story Points dan Velocity | 16 |
| Tabel 2. 7 Perbedaan dan Hubungan Verifikasi dan Validasi..... | 25 |
| Tabel 3. 1 Pemetaan Pengembangan Lembar Kerja Estimasi HPS (Website)..... | 33 |
| Tabel 4. 1 Pemetaan Pengembangan Lembar Kerja Estimasi HPS (Website)..... | 49 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 3. 1 Metodologi Penelitian | 26 |
| Gambar 4. 1 Perancangan Kerangka Kerja Estimasi HPS | 44 |
| Gambar 4. 2 Form Mulai..... | 52 |
| Gambar 4. 3 Form UAW | 53 |
| Gambar 4. 4 Form UUCW | 54 |
| Gambar 4. 5 Form TCF | 55 |
| Gambar 4. 6 Form ECF | 56 |
| Gambar 4. 7 Form Perhitungan HPS | 57 |
| Gambar 4. 8 Form Hours of Effort per UCP | 58 |
| Gambar 4. 9 Halaman % Effort Per Aktivitas & Biaya Per Aktivitas Kassem Saleh | 60 |
| Gambar 4. 10 Komponen Biaya Langsung Personil (BLP)..... | 62 |
| Gambar 4. 11 Komponen Biaya Langsung Non-Personil (Reimbursable)..... | 63 |
| Gambar 4. 12 Komponen Biaya Langsung Non-Personil (Fixed Unit Rate). | 65 |
| Gambar 4. 13 Komponen Biaya Langsung Non-Personil (Lump Sum) | 66 |
| Gambar 4. 14 Komponen Rekapitulasi HPS..... | 67 |

DAFTAR ISTILAH

| | |
|--|--|
| <i>Actor</i> | Entitas eksternal yang berinteraksi dengan sistem dalam <i>use case diagram</i> , baik berupa pengguna maupun sistem lain. |
| Biaya Langsung Non-Personil (BLNP) | Komponen biaya dalam HPS yang tidak terkait langsung dengan tenaga kerja, seperti perangkat lunak, perangkat keras, perjalanan dinas, dan biaya operasional lainnya. |
| Biaya Langsung Personil (BLP) | Komponen biaya dalam HPS yang berasal dari tenaga kerja atau sumber daya manusia yang terlibat dalam pengembangan sistem. |
| <i>Black Box Testing</i> | Metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada pengujian fungsi sistem berdasarkan <i>input</i> dan <i>output</i> tanpa melihat struktur kode <i>internal</i> . |
| <i>Effort (Man-Hours)</i> | jumlah jam kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengembangan sistem informasi. |
| <i>Environmental Complexity Factor (ECF)</i> | Faktor penyesuaian dalam metode UCP yang menggambarkan kondisi dan pengalaman tim pengembang. |
| Harga Perkiraan Sendiri (HPS) | Estimasi biaya pengadaan yang disusun secara keilmuan sebagai dasar evaluasi kewajaran harga dalam proses pengadaan barang/jasa pemerintah. |
| ISO/IEC/IEEE 1012 | Standar internasional yang mengatur proses verifikasi dan validasi perangkat lunak untuk menjamin kualitas dan kesesuaian sistem. |
| <i>Owner's Estimate</i> | Istilah dalam bahasa Inggris untuk Harga Perkiraan Sendiri (HPS) dalam proses pengadaan. |
| Pajak Pertambahan Nilai (PPN) | Pajak yang dikenakan atas nilai tambah barang atau jasa, dalam penelitian ini sebesar 11% dari total biaya pengadaan. |
| <i>Technical Complexity Factor (TCF)</i> | Faktor penyesuaian dalam metode UCP yang menggambarkan kompleksitas teknis sistem yang dikembangkan. |
| <i>Unadjusted Actor Weight (UAW)</i> | Bobot aktor dalam metode UCP berdasarkan tingkat kompleksitas interaksi aktor dengan sistem. |
| <i>Unadjusted Use Case Weight (UUCW)</i> | Bobot <i>use case</i> berdasarkan jumlah dan kompleksitas transaksi dalam metode UCP. |

| | |
|--|--|
| <i>Unadjusted Use Case Points (UUCP)</i> | Nilai awal dalam metode UCP yang diperoleh dari penjumlahan UAW dan UUCW sebelum dilakukan penyesuaian. |
| <i>Use Case</i> | Deskripsi fungsional yang menggambarkan interaksi antara aktor dan sistem untuk mencapai tujuan tertentu. |
| <i>Use Case Points (UCP)</i> | Metode estimasi ukuran dan <i>effort</i> pengembangan perangkat lunak berbasis kompleksitas <i>use case</i> dan aktor. |
| Verifikasi | Proses evaluasi untuk memastikan sistem dibangun sesuai spesifikasi dan desain yang telah ditetapkan. |
| Validasi | Proses evaluasi untuk memastikan sistem memenuhi kebutuhan pengguna dan tujuan organisasi. |

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi telah mendorong institusi pemerintah dan perguruan tinggi untuk semakin mengandalkan sistem informasi dalam mendukung proses administrasi, layanan, dan pengambilan keputusan [1]. Institut Teknologi Sumatera (ITERA) sebagai perguruan tinggi negeri yang terus berkembang memiliki kebutuhan yang tinggi terhadap pengembangan sistem informasi internal guna menunjang efektivitas tata kelola akademik, keuangan, dan pengadaan barang/jasa. Dalam konteks tersebut, proses pengadaan pengembangan sistem informasi menjadi aktivitas strategis yang memerlukan perencanaan biaya yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan [2].

Salah satu tahapan krusial dalam proses pengadaan adalah penyusunan Harga Perkiraan Sendiri (HPS). HPS berfungsi sebagai dasar penetapan pagu anggaran, evaluasi kewajaran harga penawaran, serta acuan negosiasi harga. Peraturan Presiden Nomor 46 Tahun 2025 menegaskan bahwa HPS harus disusun secara rasional, objektif, dan berbasis metode yang dapat dipertanggungjawabkan secara keilmuan dan administratif [3],[4]. Namun demikian, dalam praktik pengadaan pengembangan sistem informasi, penyusunan HPS sering kali masih dilakukan berdasarkan pengalaman subjektif atau pendekatan harga pasar tanpa dukungan metode kuantitatif yang terstruktur.

Permasalahan tersebut semakin kompleks karena karakteristik pengembangan sistem informasi yang bersifat tidak berwujud, sangat bergantung pada kebutuhan

fungsional pengguna, serta berpotensi mengalami perubahan ruang lingkup selama proses pengembangan. Pendekatan estimasi konvensional berbasis satuan fisik menjadi kurang relevan untuk menggambarkan beban kerja dan kompleksitas sistem. Kondisi ini berpotensi menimbulkan ketidakkonsistenan nilai HPS, inefisiensi anggaran, serta lemahnya akuntabilitas proses pengadaan.

Metode *Use Case Point* (UCP) merupakan salah satu pendekatan kuantitatif yang banyak digunakan untuk mengestimasi ukuran dan *effort* pengembangan perangkat lunak berbasis kompleksitas fungsional sistem. UCP memanfaatkan artefak analisis kebutuhan berupa aktor dan *use case* untuk menghasilkan estimasi *effort* dalam satuan *man-hours* yang dapat dikonversikan ke dalam biaya [5][6]. Karakteristik ini menjadikan UCP lebih objektif, terukur, dan sesuai dengan kebutuhan penyusunan HPS pengembangan sistem informasi, khususnya dalam konteks pengadaan sektor publik.

Seiring dengan penerapan pendekatan Agile dalam pengembangan sistem informasi, proses pengembangan perangkat lunak menjadi bersifat iteratif dan adaptif. Meskipun metode estimasi Agile seperti *Story Points* dan *Velocity* menawarkan fleksibilitas tinggi dalam pengelolaan proyek internal, metode tersebut belum menghasilkan estimasi biaya yang dapat langsung digunakan dalam dokumen pengadaan formal [7]. Oleh karena itu, diperlukan kerangka kerja yang mampu menjembatani pendekatan pengembangan iteratif dengan kebutuhan estimasi biaya yang terukur dan dapat diaudit.

Meskipun demikian, hingga saat ini ITERA belum memiliki kerangka kerja serta sistem pendukung yang terintegrasi untuk estimasi HPS pengembangan sistem

informasi berbasis metode kuantitatif. Kondisi ini melatarbelakangi perlunya penelitian yang tidak hanya menghasilkan konsep, tetapi juga menghasilkan artefak praktis berupa kerangka kerja estimasi HPS dan aplikasi berbasis web yang sesuai dengan regulasi. Penelitian ini juga melakukan uji verifikasi dan validasi terhadap kerangka kerja dan sistem yang dikembangkan untuk memastikan kesesuaian metode perhitungan, kebenaran fungsional sistem, serta keselarasan dengan Peraturan Presiden Nomor 46 Tahun 2025. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan tidak hanya bersifat konseptual, tetapi juga layak diterapkan secara praktis dan dapat dipertanggungjawabkan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang kerangka kerja estimasi HPS pengembangan sistem informasi berbasis metode *UCP* yang sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan ITERA?
2. Bagaimana mengembangkan sistem estimasi HPS berbasis web yang mampu mengotomatisasi proses perhitungan HPS secara akurat, konsisten, dan mudah digunakan?
3. Bagaimana melakukan uji verifikasi dan validasi terhadap kerangka kerja dan sistem estimasi HPS untuk memastikan kesesuaian metode, fungsionalitas, dan hasil estimasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang kerangka kerja estimasi HPS pengembangan sistem informasi berbasis metode UCP.
2. Mengembangkan aplikasi estimasi HPS berbasis web sebagai alat bantu perhitungan HPS pengembangan sistem informasi.
3. Melakukan uji verifikasi dan validasi terhadap kerangka kerja dan sistem estimasi HPS untuk memastikan keakuratan, konsistensi, dan kelayakan penerapan hasil penelitian.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian difokuskan pada estimasi HPS untuk pengadaan pengembangan sistem informasi internal di ITERA.
2. Metode estimasi yang digunakan dibatasi pada metode UCP tanpa melakukan perbandingan kuantitatif dengan metode estimasi perangkat lunak lainnya.
3. Kerangka kerja yang disusun mencakup tahapan estimasi HPS yaitu Analisis Kebutuhan, Identifikasi Aktor & *Use Case*, Perhitungan UUCP, Penyesuaian TCF & ECF, Perhitungan UCP, Konversi *Effort*, Estimasi Biaya, Dokumen HPS.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat Teoritis

- a. Memberikan kontribusi akademik dalam pengembangan kajian estimasi biaya pengembangan sistem informasi berbasis metode UCP dalam konteks pengadaan sektor publik.
- b. Menjadi referensi ilmiah bagi penelitian selanjutnya yang membahas integrasi metode estimasi perangkat lunak dengan tata kelola pengadaan dan regulasi pemerintah

2. Manfaat Praktis

- a. Membantu UKPBJ ITERA dalam menyusun HPS pengembangan sistem informasi secara lebih akurat, konsisten, dan dapat dipertanggungjawabkan.
- b. Menyediakan kerangka kerja yang aplikatif dalam pelaksanaan estimasi HPS pengembangan sistem informasi.
- c. Menyediakan aplikasi berbasis web yang mempermudah proses perhitungan estimasi HPS serta meningkatkan efisiensi, transparansi, dan akuntabilitas proses pengadaan.
- d. Memberikan jaminan bahwa kerangka kerja dan sistem yang dihasilkan telah melalui proses verifikasi dan validasi sehingga layak diterapkan dalam praktik pengadaan.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar penulisan laporan ini tidak menyimpang dari tujuan dan judul maka sistematika penulisan adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menguraikan tentang latar belakang, tujuan ,rumusan masalah, batasan masalah, manfaat, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan teori-teori pendukung materi penelitian yang diambil dari berbagai sumber ilmiah yang digunakan dalam penulisan laporan tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi uraian materi tentang waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, metode penelitian yang digunakan, serta pelaksanaan dan pengamatan penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan hasil data penelitian dan pembahasan dari tugas akhir ini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan yang didapat dari penelitian ini dan saran untuk penelitian selanjutnya.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Adapun penelitian terkait dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait

| No | Judul Penelitian | Penulis | Tahun | Sumber (Q) |
|-----|--|-------------------------------|-------|------------------------------------|
| 1. | <i>Transactions and Paths: Two Use Case Based Metrics Which Improve Early Effort Estimation</i> | Robiolo & Orosco | 2009 | IEEE ESEM (Q2) |
| 2. | <i>Simplifying Effort Estimation Based on Use Case Points</i> | M. Ochodek et al. | 2011 | IST (Q1) |
| 3. | <i>A Hybrid Intelligent Model for Software Cost Estimation</i> | W. Du et al. | 2015 | Q2 |
| 4. | <i>A Hybrid Model for Estimating Software Project Effort from Use Case Points</i> | M. Azzeh, A. Bou Nassif | 2016 | <i>Applied Soft Computing</i> (Q1) |
| 5. | <i>Early Stage Software Effort Estimation Using Random Forest Technique Based on Use Case Points</i> | S. Satapathy et al. | 2016 | <i>IET Software</i> (Q2) |
| 6. | <i>Neural Network Models for Software Development Effort Estimation: A Comparative Study</i> | A. Bou Nassif et al. | 2016 | Q2 |
| 7. | <i>Analysis and Selection of a Regression Model for the UCP Method</i> | P. Silhavy et al. | 2017 | JSS (Q1) |
| 8. | <i>Calibrating Use Case Points Using Bayesian Analysis</i> | Qi & Boehm | 2018 | IEEE ESEM (Q1) |
| 9. | <i>Software Effort Estimation from Use Case Diagrams Using Nonlinear Regression Analysis</i> | A. Bou Nassif et al. | 2020 | Q1 |
| 10. | <i>Random Forests for Predicting Software Effort Estimation Based on Use-Case Points</i> | N. Alrababa'H, A. Banimustafa | 2022 | <i>Preprint</i> (Q2) |

Penelitian terkait menunjukkan bahwa metode *UCP* telah banyak digunakan dan dikembangkan oleh para peneliti sebagai pendekatan estimasi *effort* dan biaya pengembangan perangkat lunak, khususnya pada tahap awal pengembangan sistem. Berbagai penelitian tersebut menegaskan bahwa *UCP* merupakan metode yang relevan karena memanfaatkan artefak awal seperti *use case diagram* dan aktor sistem, sehingga sesuai untuk estimasi dini sebelum detail teknis sistem sepenuhnya ditentukan.

Penelitian [8] memperkenalkan metrik tambahan berbasis transaksi dan jalur (*transactions and paths*) dalam *use case* yang terbukti mampu meningkatkan akurasi estimasi *effort* pada tahap awal pengembangan. Penelitian [9] membahas penyederhanaan perhitungan *UCP* tanpa mengurangi tingkat akurasi estimasi, sehingga metode ini lebih mudah digunakan oleh praktisi. Selain itu, penelitian oleh [10] serta [11] mengeksplorasi penggunaan model cerdas seperti *neural network* dan model hibrida dalam estimasi *effort* dan biaya pengembangan perangkat lunak. Kedua penelitian tersebut menegaskan bahwa model berbasis kecerdasan buatan mampu menangkap kompleksitas hubungan antara parameter *UCP* dan *effort* secara lebih adaptif dibandingkan pendekatan matematis sederhana.

Penelitian [12] mengusulkan model hibrida untuk estimasi *effort* berbasis *UCP* dengan mengombinasikan *UCP* dan teknik kecerdasan buatan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi metode tradisional *UCP* dengan pendekatan komputasional mampu meningkatkan akurasi estimasi dibandingkan penggunaan *UCP* konvensional. Pendekatan berbasis *machine learning* juga banyak diterapkan

dalam pengembangan metode estimasi UCP. Penelitian [13] dan [14] menggunakan teknik *Random Forest* untuk estimasi *effort* pada tahap awal pengembangan perangkat lunak, dan menunjukkan bahwa metode ini memberikan performa prediksi yang lebih stabil dibandingkan regresi tradisional. Di sisi lain, beberapa penelitian berfokus pada penyederhanaan dan kalibrasi metode UCP agar lebih mudah diterapkan secara praktis. Pada penelitian [6] melakukan analisis dan seleksi model regresi terbaik untuk metode UCP, yang menegaskan pentingnya pemilihan model statistik yang sesuai dengan karakteristik data proyek.

Sejalan dengan hal tersebut, [11] mengembangkan pendekatan regresi nonlinier berbasis *use case diagram* yang membuktikan bahwa hubungan antara UCP dan *effort* tidak selalu bersifat *linear*, sehingga model nonlinier lebih representatif dalam memprediksi *effort* pengembangan perangkat lunak.

Pendekatan kalibrasi juga diteliti [15] melalui analisis Bayesian untuk menyesuaikan parameter UCP agar lebih kontekstual terhadap lingkungan proyek tertentu. Penelitian ini menunjukkan bahwa kalibrasi UCP dapat meningkatkan keandalan estimasi *effort*.

Berdasarkan kajian penelitian terkait tersebut, dapat disimpulkan bahwa metode UCP telah berkembang dari pendekatan konvensional menjadi metode yang adaptif melalui integrasi model statistik, kecerdasan buatan, dan teknik kalibrasi. Hal ini menunjukkan bahwa UCP masih sangat relevan untuk digunakan sebagai dasar estimasi *effort* dan biaya pengembangan sistem informasi, termasuk dalam konteks estimasi HPS pengembangan sistem informasi berbasis website pada lingkungan pengadaan barang dan jasa pemerintah, seperti yang menjadi fokus penelitian ini .

2.2 Metode Use Case Points (UCP)

Metode *Use Case Points* (UCP) yang dikembangkan oleh Gustav Karner terinspirasi dari metode *Function Point* [5]. UCP menyajikan estimasi besarnya usaha dalam pengembangan suatu sistem yang dapat dipetakan ke dalam *man-hours* untuk menyelesaikan berbagai tahapan proyek.

Rumus UCP[5]:

$$UCP = UUCP \times TCF \times ECF \quad (2.1)$$

Dimana:

- **UUCP** (*Unadjusted Use Case Points*)
- **TCF** (*Technical Complexity Factor*)
- **ECF** (*Environmental Complexity Factor*)

2.2.1 Unadjusted Use Case Points (UUCP)

Unadjusted Use Case Points (UUCP) adalah hasil penjumlahan dari:

Rumus [5]

$$UUCP = UUCW + UAW \quad (2.2)$$

- **UUCW** (*Unadjusted Use Case Weight*): total aktivitas dalam skenario *use case*
- **UAW** (*Unadjusted Actor Weight*): kompleksitas seluruh aktor dalam *use case*

2.2.2. *Unadjusted Use Case Weight (UUCW)*

Unadjusted Use Case Weight (UUCW) dihitung berdasarkan klasifikasi kompleksitas dari masing-masing *use case*, dengan mempertimbangkan jumlah transaksi, jumlah *entity* basis data yang digunakan, serta jumlah class yang terlibat dalam implementasinya. Tabel klasifikasi kompleksitas *use case* ditampilkan sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Klasifikasi Kompleksitas *Use Case*

| Type Kompleksitas | Kriteria | Bobot |
|--------------------------|--|--------------|
| <i>Simple</i> | ≤ 3 transaksi, menggunakan satu entitas basis data, dan ≤ 5 class | 5 |
| <i>Average</i> | 4–7 transaksi, menggunakan ≥ 2 entitas basis data, dan 5–10 class | 10 |
| <i>Complex</i> | ≥ 7 transaksi, menggunakan ≥ 3 entitas basis data, dan ≥ 10 class | 15 |

Rumus [5]:

$$UUCW = (Jumlah\ Simple \times 5) + (Jumlah\ Average \times 10) + (Jumlah\ Complex \times 15) \quad (2.3)$$

2.2.3 *Unadjusted Actor Weight (UAW)*

UAW dihitung berdasarkan jenis dan kompleksitas interaksi dari masing-masing aktor terhadap sistem. Tabel klasifikasi aktor berdasarkan kompleksitasnya disajikan berikut:

Tabel 2. 3 Klasifikasi Aktor Berdasarkan Kompleksitasnya

| Tipe Kompleksitas | Kriteria | Bobot |
|--------------------------|---|--------------|
| <i>Simple</i> | Aktor yang berinteraksi dengan sistem melalui API atau <i>command prompt</i> | 1 |
| <i>Average</i> | Aktor yang berinteraksi menggunakan protokol TCP/IP atau antarmuka baris perintah | 2 |
| <i>Complex</i> | Aktor yang berinteraksi melalui antarmuka grafis seperti GUI atau halaman web | 3 |

Rumus [5]:

$$UAW = (Jumlah\ Simple \times 1) + (Jumlah\ Average \times 2) + (Jumlah\ Complex \times 3) \quad (2.4)$$

2.2.4 Technical Complexity Factor (TCF)

Technical Complexity Factor (TCF) memperhitungkan dampak faktor teknis terhadap produktivitas dalam pengembangan sistem. Terdapat 13 faktor teknis yang dinilai berdasarkan tingkat kepentingannya, masing-masing diberi bobot tertentu sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2. 4 Faktor Teknis Berdasarkan Tingkat Kepentingannya

| Kode | Faktor Teknis | Bobot |
|-------------|--|--------------|
| T1 | <i>Distributed System</i> | 2 |
| T2 | <i>Performance</i> | 1 |
| T3 | <i>End User Efficiency</i> | 1 |
| T4 | <i>Complex Internal Processing</i> | 1 |
| T5 | <i>Reusability</i> | 1 |
| T6 | <i>Easy to Install</i> | 0,5 |
| T7 | <i>Easy to Use</i> | 0,5 |
| T8 | <i>Portability</i> | 2 |
| T9 | <i>Easy to Change</i> | 1 |
| T10 | <i>Concurrency</i> | 1 |
| T11 | <i>Special Security Features</i> | 1 |
| T12 | <i>Provide Direct Access for Third Parties</i> | 1 |
| T13 | <i>Special User Training Facilities are Required</i> | 1 |

Setiap faktor dinilai dari skala 0–5, kemudian dikalikan dengan bobot masing-masing. Total hasil perkalian disebut sebagai *Technical Factor* (TF) [5].

Rumus:

$$TCF = 0,6 + (0,01 \times TF) \quad (2.5)$$

2.2.5 Environmental Complexity Factor (ECF)

Environmental Complexity Factor (ECF) menggambarkan tingkat kematangan dan pengalaman tim pengembang. Faktor-faktor lingkungan yang memengaruhi produktivitas proyek disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 2. 5 Faktor Lingkungan

| Kode | Faktor Lingkungan | Bobot |
|------|---------------------------------------|-------|
| E1 | <i>Familiar with Objectory</i> | 1,5 |
| E2 | <i>Part-Time Workers</i> | -1 |
| E3 | <i>Analyst Capability</i> | 0,5 |
| E4 | <i>Application Experience</i> | 0,5 |
| E5 | <i>Object-Oriented Experience</i> | 1 |
| E6 | <i>Motivation</i> | 1 |
| E7 | <i>Difficult Programming Language</i> | -1 |
| E8 | <i>Stable Requirements</i> | 2 |

Setiap faktor dinilai dengan skala 0–5 sesuai kondisi tim, lalu dikalikan dengan bobot masing-masing. Totalnya disebut sebagai *Environmental Factor* (EF) [5].

Rumus

$$ECF = 1,4 + (-0,03 \times EF) \quad (2.6)$$

2.3 Alternatif Estimasi dalam Pengembangan Agile: *Story Points* dan *Velocity*

2.3.1 Latar Belakang

Pendekatan Agile telah menjadi paradigma dominan dalam pengembangan perangkat lunak modern karena kemampuannya dalam merespons perubahan kebutuhan secara cepat dan iteratif. Berbeda dengan pendekatan tradisional yang menekankan perencanaan awal secara rinci, Agile memprioritaskan pengembangan inkremental dan kolaborasi berkelanjutan antara pemangku kepentingan dan tim pengembang [7].

Seiring dengan perubahan paradigma pengembangan tersebut, metode estimasi biaya dan waktu juga mengalami pergeseran. Estimasi berbasis waktu *absolut* seperti *man-hour* atau metode *UCP* dinilai kurang fleksibel apabila diterapkan pada proyek yang bersifat adaptif dan dinamis. Oleh karena itu, dalam konteks Agile berkembang metode estimasi alternatif seperti *Story Points* dan *Velocity* yang lebih menekankan pada ukuran relatif pekerjaan dan kapasitas tim.

2.3.2 *Story Points*

Story Points merupakan satuan ukuran relatif yang digunakan untuk mengestimasi tingkat kompleksitas dan usaha yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu *user story* pada *backlog* pengembangan Agile. *Story Points* tidak merepresentasikan waktu secara langsung, melainkan mempertimbangkan berbagai faktor seperti kompleksitas teknis, volume pekerjaan, risiko, serta ketergantungan antar tugas.

Estimasi *Story Points* umumnya dilakukan melalui pendekatan perbandingan (*relative sizing*) dengan teknik seperti *Planning Poker* dan menggunakan skala deret

Fibonacci. Pendekatan ini mendorong diskusi tim, meningkatkan pemahaman bersama terhadap ruang lingkup pekerjaan, serta mempercepat proses estimasi pada tahap perencanaan *sprint* [16].

2.3.3 Velocity

Velocity adalah metrik yang menunjukkan jumlah *Story Points* yang dapat diselesaikan oleh tim pengembang dalam satu iterasi atau *sprint*, yang umumnya berdurasi satu hingga dua minggu. Nilai *Velocity* diperoleh secara empiris berdasarkan hasil *sprint* sebelumnya dan digunakan sebagai dasar untuk memproyeksikan waktu penyelesaian *backlog* serta menyusun perencanaan rilis.

Sebagai contoh, apabila total *backlog* memiliki 120 *Story Points* dan tim memiliki *Velocity* rata-rata sebesar 20 *Story Points* per *sprint*, maka estimasi penyelesaian *backlog* adalah enam *sprint*. Dengan demikian, *Velocity* berfungsi sebagai indikator kapasitas tim yang bersifat kontekstual dan terus disempurnakan seiring berjalannya proyek [16].

2.3.4 Perbandingan UCP dengan Story Points dan Velocity

Perbandingan antara metode UCP dan metode estimasi berbasis Agile menunjukkan bahwa masing-masing pendekatan memiliki karakteristik dan konteks penerapan yang berbeda. Metode UCP menghasilkan estimasi *effort* dalam satuan *man-hour* yang dapat langsung dikonversikan menjadi biaya, sehingga sesuai untuk kebutuhan penyusunan dokumen pengadaan dan HPS. Sebaliknya,

metode *Story Points* dan *Velocity* lebih menekankan fleksibilitas dan kecepatan estimasi dalam proyek pengembangan yang bersifat iteratif.

Tabel 2. 6 Perbandingan *UCP* dengan *Story Points* dan *Velocity*

| Aspek | UCP | Story Points & Velocity |
|-------------------|---|--|
| Paradigma | <i>Plan-driven / formal</i> | <i>Agile / iterative</i> |
| Satuan Estimasi | <i>Man-hours</i> berbasis <i>use case</i> | Ukuran relatif <i>user story</i> |
| Konversi ke Biaya | Langsung dan terukur | Tidak langsung |
| Kesesuaian | Dokumen pengadaan & HPS | Pengembangan internal Agile |
| Kelebihan | Objektif, terdokumentasi | Fleksibel, adaptif |
| Kelemahan | Kurang fleksibel | Sulit dipertanggungjawabkan secara finansial |

Perbandingan ini menunjukkan bahwa *Story Points* dan *Velocity* lebih sesuai untuk pengelolaan proyek *Agile* internal, sedangkan *UCP* lebih relevan untuk konteks pengadaan formal yang membutuhkan estimasi biaya yang terukur dan dapat dipertanggungjawabkan secara administratif.

2.3.5 Implikasi terhadap Penelitian

Meskipun metode estimasi modern seperti *Story Points* dan *Velocity* banyak digunakan dalam pengembangan sistem berbasis Agile, penelitian ini tetap memilih metode *UCP* sebagai pendekatan utama. Pemilihan *UCP* didasarkan pada kesesuaiannya dengan kebutuhan penyusunan HPS dalam pengadaan pemerintah yang menuntut hasil estimasi berbasis biaya, terdokumentasi, dan dapat diaudit.

Namun demikian, pembahasan mengenai *Story Points* dan *Velocity* tetap disertakan sebagai referensi metodologis dan pembanding, khususnya untuk membuka peluang pengembangan sistem estimasi HPS yang lebih adaptif di masa mendatang

apabila paradigma pengembangan Agile diterapkan secara lebih luas dalam lingkungan pengadaan pemerintah.

2.4 Peraturan Presiden Nomor 46 Tahun 2025

Peraturan Presiden Nomor 46 Tahun 2025 merupakan perubahan kedua dari Peraturan Presiden Nomor 16 Tahun 2018 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah. Pembaruan ini dilakukan sebagai bentuk respons pemerintah terhadap dinamika kebutuhan strategis nasional, perkembangan teknologi informasi, serta kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi dan akuntabilitas dalam proses pengadaan barang/jasa[3].

Secara substansial, Perpres ini mempertegas bahwa proses pengadaan harus dilakukan berdasarkan prinsip-prinsip efisiensi, efektivitas, transparansi, persaingan sehat, dan akuntabilitas. Salah satu aspek penting yang menjadi sorotan dalam Perpres ini adalah mengenai penyusunan HPS, yang kini ditekankan harus menggunakan metode estimasi yang objektif, terukur, dan dapat dipertanggungjawabkan. Estimasi HPS menjadi krusial karena berfungsi sebagai dasar evaluasi kewajaran harga penawaran dan dasar negosiasi harga pada proses pengadaan langsung dan penunjukan langsung.

2.5 Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah

Pengadaan Barang dan Jasa Pemerintah merupakan proses strategis yang dijalankan oleh pemerintah untuk memperoleh barang, pekerjaan, jasa konsultasi, maupun

jasa lainnya dalam rangka mendukung operasional penyelenggaraan pemerintahan dan pembangunan nasional. Proses ini diatur secara ketat guna menjamin bahwa penggunaan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) maupun Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) berjalan secara efisien, transparan, akuntabel, dan adil [2].

Menurut Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2018, pengadaan barang/jasa adalah kegiatan untuk memperoleh barang/jasa oleh Kementerian/Lembaga/Perangkat Daerah yang prosesnya dimulai dari perencanaan kebutuhan sampai diselesaikannya seluruh kegiatan untuk memperoleh barang/jasa. Tujuan utamanya adalah menyediakan barang dan jasa yang dibutuhkan pemerintah dengan mutu yang sesuai, waktu yang tepat, dan harga yang wajar, sambil menjaga prinsip-prinsip pengelolaan keuangan negara.

Pengadaan barang/jasa pemerintah harus memenuhi prinsip-prinsip sebagai berikut:

1. Efisien: Memaksimalkan hasil yang diperoleh dengan biaya seminimal mungkin.
2. Efektif: Barang dan jasa yang dibeli harus sesuai dengan kebutuhan.
3. Transparan: Proses pengadaan harus terbuka dan dapat diawasi oleh masyarakat.
4. Terbuka dan Bersaing: Memberikan kesempatan yang seluas-luasnya bagi penyedia yang memenuhi syarat.
5. Adil/Tidak Diskriminatif: Tidak memihak kepada penyedia tertentu.
6. Akuntabel: Dapat dipertanggungjawabkan sesuai aturan dan prosedur.

Pengadaan barang dan jasa mencakup:

1. Barang: Segala jenis benda berwujud maupun tidak berwujud.
2. Pekerjaan konstruksi: Pembangunan, pemeliharaan, renovasi, dan rehabilitasi bangunan fisik.
3. Jasa konsultasi: Layanan profesional berbasis keahlian tertentu.
4. Jasa lainnya: Layanan non-konsultasi seperti pengamanan, kebersihan, katering, dan sejenisnya.

Siklus pengadaan meliputi tahapan sebagai berikut:

1. Perencanaan Pengadaan
2. Persiapan Pengadaan (termasuk penyusunan HPS)
3. Pelaksanaan Pengadaan (tender, seleksi, dll.)
4. Pelaksanaan Kontrak
5. Pengawasan dan Evaluasi

Dengan perkembangan teknologi, pemerintah mendorong digitalisasi dalam pengadaan melalui sistem *e-Procurement* dan Sistem Informasi Rencana Umum Pengadaan (SIRUP). Ini mempercepat proses pengadaan dan meningkatkan transparansi [3], [4].

2.6 Harga Perkiraan Sendiri (HPS)

Harga Perkiraan Sendiri (HPS) merupakan estimasi biaya pengadaan barang, pekerjaan konstruksi, jasa lainnya, atau jasa konsultasi yang dihitung secara keilmuan dan digunakan sebagai dasar dalam evaluasi kewajaran harga penawaran.

Menurut Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2018 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah beserta perubahannya (terakhir melalui Perpres No. 46 Tahun 2025), HPS wajib disusun untuk setiap pengadaan, dengan pengecualian tertentu, dan disusun oleh Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) atau penyedia jasa yang ditunjuk [3], [4].

HPS memiliki kedudukan yang sangat strategis dalam siklus pengadaan. HPS digunakan sebagai:

1. Dasar penetapan pagu anggaran,
2. Dasar evaluasi kewajaran harga dalam proses tender,
3. Dasar negosiasi harga pada metode pengadaan tertentu seperti pengadaan langsung atau penunjukan langsung,
4. Rujukan dalam penyusunan kontrak.

Dalam menyusun HPS, perlu memperhatikan beberapa prinsip penting: wajar, dapat dipertanggungjawabkan, disusun secara keilmuan, dan tidak mengandung unsur *mark-up*. Untuk proyek pengembangan sistem informasi, metode penyusunan HPS yang hanya berbasis pengalaman atau harga pasar sering kali tidak cukup akurat karena tidak mempertimbangkan kompleksitas teknis sistem yang akan dibangun. Oleh karena itu, dibutuhkan metode estimasi yang mampu menghitung beban kerja berdasarkan spesifikasi kebutuhan fungsional sistem informasi.

Komponen Penyusun HPS sebagai berikut:

1. Biaya langsung personel (tenaga kerja).
2. Biaya langsung non-personel (peralatan, bahan).
3. Biaya tidak langsung (manajemen, *overhead*).

4. Pajak dan keuntungan wajar [2], [4].

2.7 Institut Teknologi Sumatera (ITERA)

ITERA merupakan perguruan tinggi negeri yang didirikan pada tanggal 6 Oktober 2014 melalui Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 124 Tahun 2014. Terletak di Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung, ITERA hadir sebagai bagian dari upaya pemerintah untuk meningkatkan ketersediaan pendidikan tinggi berbasis sains dan teknologi di wilayah Sumatera. Dengan visi menjadi perguruan tinggi teknologi yang unggul, berdaya saing global, dan berkontribusi dalam pembangunan kawasan Sumatera, ITERA secara aktif mengembangkan sumber daya manusia dan teknologi yang mendukung pembangunan berkelanjutan.

ITERA memiliki tiga fakultas utama: Fakultas Teknologi Infrastruktur dan Wilayah, Fakultas Sains, dan Fakultas Teknologi Industri. Secara keseluruhan, ITERA menawarkan 40 program sarjana dan satu program pascasarjana di bidang fisika. Beberapa program studi yang tersedia antara lain Teknik Informatika, Teknik Sipil, Perencanaan Wilayah dan Kota, Teknik Geofisika, Teknik Mesin, dan Farmasi. Kampus ITERA terletak di kawasan suburban dengan luas sekitar 285 hektar, dan dikenal dengan moto "*Smart, Friendly, and Forest Campus*". Rektor saat ini adalah Prof. Dr. I Nyoman Pugeg Aryantha.

Dalam menjalankan proses administrasi dan pengadaan barang/jasa, ITERA memiliki Unit Kerja Pengadaan Barang dan Jasa (UKPBJ) sebagai unit pelaksana yang bertanggung jawab terhadap seluruh aktivitas pengadaan sesuai dengan

regulasi pemerintah, termasuk Peraturan Presiden Nomor 46 Tahun 2025 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah.

2.7 Verifikasi dan Validasi Perangkat Lunak Berdasarkan ISO/IEC/IEEE 1012

2.7.1 Konsep Dasar Verifikasi dan Validasi

Verifikasi dan validasi (V&V) merupakan dua aktivitas fundamental dalam rekayasa perangkat lunak yang bertujuan untuk menjamin kualitas sistem yang dikembangkan. Secara konseptual, verifikasi menjawab pertanyaan “apakah sistem dibangun dengan benar?” (*building the system right*), sedangkan validasi menjawab pertanyaan “apakah sistem yang dibangun sudah benar dan sesuai kebutuhan?” (*building the right system*).

Verifikasi berfokus pada kesesuaian produk terhadap spesifikasi, desain, dan standar yang telah ditetapkan. Sementara itu, validasi berfokus pada kesesuaian produk terhadap kebutuhan pengguna dan tujuan organisasi.

Kedua aktivitas ini bersifat komplementer dan harus dilakukan secara sistematis untuk memastikan sistem memiliki kualitas fungsional, struktural, dan operasional.

2.7.2 ISO/IEC/IEEE 1012 – *Software Verification and Validation*

ISO/IEC/IEEE 1012 merupakan standar internasional yang mengatur proses verifikasi dan validasi perangkat lunak secara terstruktur dan terdokumentasi. Standar ini menyediakan kerangka kerja untuk merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi aktivitas V&V dalam siklus hidup pengembangan perangkat lunak.

Tujuan utama standar ini adalah untuk:

1. Menjamin bahwa perangkat lunak memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.
2. Mengurangi risiko kegagalan sistem.
3. Meningkatkan keandalan dan kualitas produk perangkat lunak.
4. Memberikan bukti terdokumentasi mengenai kelayakan sistem.

ISO/IEC/IEEE 1012 tidak hanya menekankan aspek pengujian teknis, tetapi juga menekankan proses, dokumentasi, independensi penguji, dan pelaporan hasil.

2.7.3 Ruang Lingkup Aktivitas Verifikasi

Dalam konteks standar ISO/IEC/IEEE 1012, verifikasi mencakup evaluasi terhadap:

- a. Dokumen kebutuhan (*requirements verification*)

Memastikan kebutuhan sistem lengkap, konsisten, dan dapat diuji.

- b. Desain sistem (*design verification*)

Memastikan desain sesuai dengan kebutuhan yang telah ditetapkan.

- c. Implementasi (*implementation verification*)

Memastikan kode atau sistem yang dibangun sesuai desain.

4. Pengujian fungsional (*functional verification*)

Memastikan fungsi sistem berjalan sesuai spesifikasi.

Aktivitas verifikasi dapat dilakukan melalui berbagai metode, seperti review dokumen, inspeksi, walkthrough, dan pengujian perangkat lunak.

2.7.4 Ruang Lingkup Aktivitas Validasi

Validasi dalam ISO/IEC/IEEE 1012 berfokus pada evaluasi apakah sistem yang dikembangkan:

1. Memenuhi kebutuhan pengguna.
2. Mendukung tujuan organisasi.
3. Dapat dioperasikan dalam lingkungan nyata.
4. Memberikan manfaat sesuai yang diharapkan.

Validasi umumnya melibatkan pengguna akhir atau pemangku kepentingan melalui:

1. Uji coba system
2. Evaluasi usability
3. Penilaian kesesuaian operasional
4. Survei atau kuesioner berbasis skala penilaian

Validasi memastikan bahwa sistem tidak hanya benar secara teknis, tetapi juga relevan secara praktis.

2.7.5 Perbedaan dan Hubungan Verifikasi dan Validasi

Secara konseptual, perbedaan utama antara verifikasi dan validasi dapat diringkas sebagai berikut:

Tabel 2. 7 Perbedaan dan Hubungan Verifikasi dan Validasi

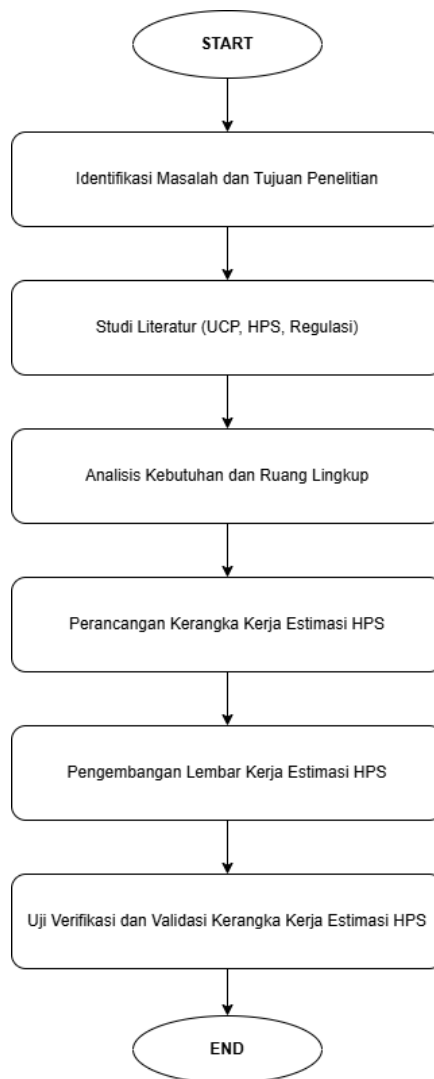
| Aspek | Verifikasi | Validasi |
|------------------|--------------------------------------|--|
| Fokus | Kesesuaian terhadap spesifikasi | Kesesuaian terhadap kebutuhan |
| Pertanyaan utama | Apakah sistem dibangun dengan benar? | Apakah sistem yang dibangun sudah tepat? |
| Objek evaluasi | Dokumen, desain, implementasi | Kebutuhan pengguna dan tujuan organisasi |
| Pendekatan | Inspeksi, review, pengujian | Uji pengguna, evaluasi operasional |

Meskipun berbeda fokus, keduanya saling melengkapi dan tidak dapat dipisahkan dalam proses penjaminan kualitas perangkat lunak.

III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian (Gambar 3.1) merupakan rangkaian dari tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan Tugas Akhir agar dapat berjalan dengan sistematis dan terarah.



Gambar 3. 1 Metodologi Penelitian

Tahap pertama adalah identifikasi masalah dan tujuan penelitian. Pada tahap ini dilakukan pengkajian terhadap permasalahan yang ada, khususnya terkait proses estimasi HPS pengembangan sistem informasi yang belum memiliki metode dan acuan baku. Berdasarkan permasalahan tersebut, dirumuskan tujuan penelitian yang menjadi arah dan fokus pelaksanaan penelitian.

Tahap selanjutnya adalah studi literatur. Studi literatur dilakukan untuk memperoleh landasan teoritis dan regulatif yang relevan dengan penelitian. Kajian literatur mencakup metode UCP, konsep HPS, serta regulasi pengadaan barang dan jasa pemerintah. Hasil studi literatur digunakan sebagai dasar dalam penyusunan kerangka pemikiran dan metodologi penelitian.

Tahap ketiga adalah analisis kebutuhan dan ruang lingkup. Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap kebutuhan penelitian, termasuk kebutuhan fungsional sistem informasi yang akan dijadikan objek estimasi. Selain itu, ditetapkan ruang lingkup penelitian untuk membatasi pembahasan agar penelitian tetap terarah dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

Tahap berikutnya adalah perancangan kerangka kerja estimasi HPS. Pada tahap ini disusun alur dan komponen perhitungan estimasi HPS secara konseptual, yang mencakup identifikasi komponen biaya serta metode yang digunakan. Kerangka kerja ini berfungsi sebagai pedoman utama dalam proses estimasi HPS.

Selanjutnya dilakukan pengembangan lembar kerja estimasi HPS. Lembar kerja ini dirancang untuk mengimplementasikan kerangka kerja yang telah disusun ke dalam bentuk yang operasional dan sistematis, sehingga memudahkan proses perhitungan HPS secara konsisten dan terstruktur.

Tahap terakhir adalah uji verifikasi dan validasi dilakukan untuk memastikan bahwa kerangka kerja estimasi HPS dan lembar kerja estimasi HPS berbasis website yang dikembangkan telah sesuai dengan metode UCP, berjalan dengan benar secara fungsional, serta memenuhi ketentuan regulasi pengadaan barang dan jasa pemerintah.

3.1.1 Studi Literatur

Pada tahapan ini dilakukan proses penggalian wawasan dan pengkajian literatur secara mendalam terhadap teori dan referensi yang mendasari pengembangan kerangka kerja estimasi HPS untuk pengembangan sistem informasi. Fokus utama diarahkan pada metode *UCP* sebagai salah satu pendekatan kuantitatif dalam estimasi *effort* pengembangan perangkat lunak berbasis fungsionalitas. Peneliti menelaah komponen-komponen utama dalam perhitungan UCP, yaitu *UAW*, *UUCW*, *TCF*, dan *ECF*, serta konversi nilai *effort* ke estimasi biaya melalui parameter produktivitas dan tarif tenaga kerja. Literatur yang dikaji mencakup berbagai publikasi ilmiah dan studi kasus yang telah menerapkan UCP dalam pengembangan sistem informasi, termasuk di lingkungan pemerintahan atau institusi pendidikan tinggi yang memiliki karakteristik serupa dengan ITERA.

Selanjutnya, pada tahapan ini juga mendalami Peraturan Presiden Nomor 46 Tahun 2025 sebagai regulasi utama yang mengatur proses pengadaan barang/jasa pemerintah. Penekanan diberikan pada ketentuan mengenai penyusunan HPS yang wajib dilakukan secara rasional, berdasarkan data yang dapat dipertanggungjawabkan, dan memperhatikan kondisi pasar. Dari kajian ini,

diperoleh pemahaman bahwa HPS memiliki peran penting dalam menjamin kewajaran harga dan transparansi dalam proses pengadaan.

Pada tahapan ini juga menunjukkan bahwa belum tersedia kerangka kerja terstandar yang mengintegrasikan metode estimasi perangkat lunak seperti UCP ke dalam praktik penyusunan HPS di lingkungan instansi pemerintah, khususnya di sektor pendidikan tinggi seperti ITERA. Oleh karena itu, studi literatur ini menjadi dasar penting dalam menyusun kerangka kerja yang mampu menjembatani regulasi formal, kebutuhan teknis pengembangan sistem, dan praktik pengadaan yang akuntabel. Selain itu, hasil studi literatur turut digunakan untuk menyusun Prosedur Operasional Standar (POS) yang mendampingi penerapan kerangka kerja, agar proses estimasi HPS dapat dijalankan secara konsisten.

3.1.2 Perancangan Kerangka Kerja Estimasi HPS

Pada tahapan ini dilakukan proses perancangan kerangka kerja estimasi HPS dengan memanfaatkan Microsoft Excel sebagai alat bantu perhitungan. Alur proses estimasi HPS dalam penelitian ini mengacu pada metode *UCP*, yang divisualisasikan dalam bentuk flowchart sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.2. Adapun tahapan-tahapan dalam *flowchart* tersebut dijelaskan sebagai berikut.

Kerangka kerja estimasi HPS pada penelitian ini disusun secara sistematis untuk menghasilkan estimasi biaya pengembangan sistem informasi yang objektif, terukur, dan dapat dipertanggungjawabkan. Alur proses pada *flowchart* dibagi ke dalam tiga komponen utama, yaitu Biaya Langsung Personil (BLP), Biaya Langsung Non-Personil (BLNP), dan perhitungan Pajak Pertambahan Nilai (PPN).

1 Biaya Langsung Personil (BLP) Berbasis *UCP*

Tahapan estimasi diawali dengan perhitungan Biaya Langsung Personil (BLP) menggunakan metode *UCP*. Proses pertama adalah identifikasi aktor dan *use case* yang terdapat pada sistem informasi yang akan dikembangkan. Aktor merepresentasikan entitas yang berinteraksi dengan sistem, sedangkan *use case* menggambarkan fungsi-fungsi utama sistem.

Selanjutnya dilakukan klasifikasi aktor berdasarkan tingkat kompleksitasnya, yang kemudian digunakan untuk menghitung *UAW*. Setelah itu, dilakukan klasifikasi *use case* berdasarkan kompleksitas transaksi yang terlibat untuk memperoleh nilai *UUCW*.

Nilai *UAW* dan *UUCW* kemudian dijumlahkan untuk memperoleh *UUCP*. Tahap berikutnya adalah melakukan penilaian terhadap faktor teknis sistem melalui *TCF* dan faktor lingkungan pengembangan melalui *ECF*. Kedua faktor ini digunakan untuk menyesuaikan tingkat kompleksitas dan kondisi proyek secara lebih realistis.

Berdasarkan nilai *UUCP*, *TCF*, dan *ECF*, selanjutnya dihitung nilai akhir *UCP*. Nilai *UCP* ini kemudian dikonversi ke dalam bentuk *effort (man-hours)* dengan menggunakan faktor produktivitas yang telah ditetapkan, [17]. *Effort* yang diperoleh selanjutnya didistribusikan ke dalam komponen biaya personil dan dikonversi menjadi nilai HPS, dengan penambahan keuntungan (*profit*) maksimal sebesar 10% sesuai ketentuan pengadaan [4].

2. Biaya Langsung Non-Personil (BLNP)

Setelah estimasi Biaya Langsung Personil selesai, tahapan berikutnya adalah perhitungan Biaya Langsung Non-Personil (BLNP). Komponen ini mencakup

seluruh biaya pendukung pengembangan sistem informasi yang tidak terkait langsung dengan tenaga kerja.

BLNP dibagi ke dalam tiga kategori utama, yaitu:

- a. Biaya Langsung Non-Personil *Reimbursable*, yang meliputi biaya yang dapat diganti sesuai dengan pengeluaran aktual, seperti perjalanan dinas atau biaya operasional tertentu.
- b. Biaya Langsung Non-Personil *Fixed Unit Rate*, yaitu biaya dengan satuan dan tarif tetap, seperti biaya langganan perangkat lunak atau layanan tertentu.
- c. Biaya Langsung Non-Personil *Lump Sum*, yaitu biaya yang bersifat satu kali dan disepakati di awal, seperti pengadaan perangkat keras atau jasa pendukung tertentu.

Seluruh komponen BLNP tersebut dijumlahkan dan digabungkan dengan nilai Biaya Langsung Personil untuk memperoleh total estimasi biaya pengadaan.

3. Perhitungan Pajak Pertambahan Nilai (PPN)

Tahapan terakhir dalam kerangka kerja ini adalah perhitungan Pajak Pertambahan Nilai (PPN) sebesar 11%, yang dihitung dari total biaya pengadaan yang telah diperoleh sebelumnya. Penambahan PPN ini menghasilkan nilai akhir HPS yang digunakan sebagai acuan resmi dalam proses pengadaan barang dan jasa.

3.1.3 Pengembangan Lembar Kerja Estimasi HPS

Tabel 3.2 menyajikan pemetaan pengembangan lembar kerja estimasi HPS ke dalam bentuk sistem berbasis website. Pemetaan ini bertujuan untuk menunjukkan keterkaitan antara tahapan perhitungan estimasi HPS, halaman pada sistem, fitur yang disediakan, serta output yang dihasilkan. Dengan adanya pemetaan ini, setiap proses estimasi HPS dapat ditelusuri secara sistematis dari sisi *input*, proses, hingga *output*.

Tabel 3. 1 Pemetaan Pengembangan Lembar Kerja Estimasi HPS (Website)

| No. | Halaman (Website) | Fitur | Output Sistem |
|-----|--|---|--|
| 1. | Halaman Beranda (<i>Dashboard</i>) | Inisiasi proses estimasi HPS dan navigasi ke seluruh modul perhitungan | Proses estimasi HPS siap dijalankan |
| 2. | Halaman Perhitungan HPS (UAW & UUCW) | Input data aktor, klasifikasi kompleksitas aktor, <i>input use case</i> dan jumlah transaksi, perhitungan otomatis UAW dan UUCW | Nilai UAW dan UUCW |
| 3. | Halaman Perhitungan HPS | Rekap hasil perhitungan UAW dan UUCW, perhitungan otomatis UUCP | Nilai UUCP |
| 4. | Halaman Perhitungan HPS (TCF & ECF) | <i>Input rating</i> faktor teknis dan lingkungan, perhitungan otomatis nilai TCF dan ECF | Nilai TCF dan ECF |
| 5. | Halaman Perhitungan HPS | Perhitungan otomatis UCP berdasarkan UUCP, TCF, dan ECF, serta tampilan ringkasan hasil | Nilai UCP |
| 6. | Halaman <i>Hours of Effort</i> Per UCP | Konversi UCP ke <i>effort</i> menggunakan faktor produktivitas, perhitungan otomatis jam kerja | Total <i>effort</i> (<i>man-hours</i>) |
| 7. | Halaman % <i>Hours of Effort</i> Per Aktivitas & Biaya Per Aktivitas | Pembagian <i>effort</i> ke fase analisis, perancangan, implementasi, pengujian, dan dokumentasi berdasarkan persentase | <i>Effort</i> per fase |
| 8. | Halaman <i>Owner Estimate Price</i> (HPS) | <i>Input</i> tarif SDM, perhitungan biaya per fase berdasarkan <i>effort</i> | Biaya SDM per fase |
| 9. | Halaman <i>Owner Estimate Price</i> (HPS) | Rekap seluruh biaya pengembangan dan perhitungan total HPS | Nilai total HPS |
| 10. | Halaman <i>Owner Estimate Price</i> (HPS) | Penyajian hasil akhir estimasi HPS dan ekspor laporan (PDF) | Dokumen HPS estimasi |

Pada halaman Beranda (*Dashboard*), sistem berfungsi sebagai titik awal pelaksanaan proses estimasi HPS. Halaman ini menyediakan fitur inisiasi proses estimasi serta navigasi ke seluruh modul perhitungan yang tersedia. *Output* dari

halaman ini adalah proses estimasi HPS yang siap dijalankan oleh pengguna, sehingga alur penggunaan sistem menjadi lebih terstruktur dan mudah dipahami.

Tahap selanjutnya direpresentasikan melalui halaman Perhitungan HPS (UAW & UUCW). Pada halaman ini, pengguna melakukan *input* data aktor beserta klasifikasi kompleksitasnya, serta *input use case* dan jumlah transaksi. Sistem kemudian melakukan perhitungan otomatis nilai *UAW* dan *UUCW*. *Output* dari halaman ini berupa nilai *UAW* dan *UUCW* yang menjadi dasar perhitungan lanjutan.

Setelah nilai *UAW* dan *UUCW* diperoleh, sistem menyediakan halaman Perhitungan HPS (UUCP). Halaman ini menampilkan rekapitulasi hasil perhitungan *UAW* dan *UUCW*, serta melakukan perhitungan otomatis *UUCP*. *Output* dari halaman ini adalah nilai *UUCP* yang merepresentasikan ukuran awal sistem sebelum dilakukan penyesuaian kompleksitas.

Selanjutnya, penyesuaian kompleksitas sistem dilakukan pada halaman Perhitungan HPS (TCF & ECF). Pada halaman ini, pengguna menginput *rating* faktor teknis dan faktor lingkungan. Sistem kemudian menghitung nilai *TCF* dan *ECF* secara otomatis. *Output* dari tahap ini berupa nilai *TCF* dan *ECF* yang digunakan untuk menyesuaikan nilai *UUCP*.

Tahap berikutnya adalah halaman Perhitungan HPS (UCP). Pada halaman ini, sistem melakukan perhitungan otomatis *UCP* berdasarkan nilai *UUCP*, *TCF*, dan *ECF* yang telah diperoleh sebelumnya. Selain itu, halaman ini juga menampilkan ringkasan hasil perhitungan sehingga pengguna dapat memahami hasil estimasi ukuran sistem secara keseluruhan. *Output* dari halaman ini adalah nilai *UCP*.

Nilai UCP selanjutnya dikonversi ke dalam *effort* pengembangan melalui halaman *Hours of Effort* per UCP. Pada halaman ini, sistem melakukan konversi nilai UCP ke *effort* (*man-hours*) menggunakan faktor produktivitas yang telah ditetapkan. *Output* yang dihasilkan adalah total effort pengembangan dalam satuan jam kerja.

Distribusi *effort* ke dalam tahapan pengembangan dilakukan pada halaman % *Hours of Effort* per Aktivitas & Biaya per Aktivitas. Halaman ini menyediakan fitur pembagian *effort* ke dalam fase analisis, perancangan, implementasi, pengujian, dan dokumentasi berdasarkan persentase yang telah ditentukan. *Output* dari halaman ini adalah nilai *effort* untuk masing-masing fase pengembangan.

Tahap berikutnya direpresentasikan oleh halaman *Owner Estimate Price* (HPS) yang digunakan untuk menghitung biaya sumber daya manusia (SDM). Pada halaman ini, pengguna menginput tarif SDM, kemudian sistem menghitung biaya per fase berdasarkan *effort* yang telah diperoleh sebelumnya. *Output* dari halaman ini adalah biaya SDM per fase pengembangan.

Setelah biaya SDM per fase diperoleh, sistem menyediakan halaman *Owner Estimate Price* (HPS) untuk melakukan rekapitulasi seluruh biaya pengembangan. Pada halaman ini, sistem menghitung dan menampilkan total nilai HPS berdasarkan seluruh komponen biaya yang telah dihitung. *Output* dari halaman ini adalah nilai total HPS.

Tahap akhir dalam sistem adalah halaman *Owner Estimate Price* (HPS) untuk penyajian hasil akhir. Halaman ini berfungsi untuk menampilkan hasil akhir estimasi HPS serta menyediakan fitur ekspor laporan dalam bentuk dokumen,

seperti PDF. *Output* dari halaman ini adalah dokumen estimasi HPS yang siap digunakan sebagai acuan dalam proses pengadaan.

Secara keseluruhan, pemetaan pada Tabel 3.2 menunjukkan bahwa pengembangan lembar kerja estimasi HPS berbasis website dilakukan secara modular dan berurutan, mengikuti alur metode *UCP*. Setiap halaman dan fitur dirancang untuk merepresentasikan tahapan perhitungan tertentu, sehingga proses estimasi HPS dapat dilakukan secara sistematis, transparan, dan konsisten.

3.1.4 Perancangan Instrumen Verifikasi dan Validasi (V&V)

Pada tahap akhir pengembangan kerangka kerja dan aplikasi estimasi HPS, penelitian ini menyusun dan menggunakan instrumen Verifikasi dan Validasi (V&V) yang mengacu pada standar ISO/IEC/IEEE 1012 – *Software Verification and Validation*. Instrumen ini dirancang untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan:

1. Dibangun sesuai spesifikasi dan desain (verifikasi), dan
2. Memenuhi kebutuhan pengguna serta tujuan organisasi (validasi).

Instrumen V&V disusun dalam bentuk form terstruktur yang terdiri atas tiga bagian utama, yaitu:

1. Informasi Umum,
2. *Form* Verifikasi, dan
3. *Form* Validasi.

3.1.4.1 Struktur Form Verifikasi dan Validasi

A. Informasi Umum

Bagian ini berfungsi untuk mendokumentasikan identitas dan konteks pengujian, yang meliputi:

1. Nama system
2. Metode estimasi
3. Objek yang diuji
4. Jenis pengujian (verifikasi dan/atau validasi)
5. Standar acuan (ISO/IEC/IEEE 1012)
6. Lingkup V&V (fungsional, proses, kesesuaian kebutuhan)
7. Identitas dan peran penguji
8. Tanggal dan tempat pengujian

Bagian ini penting untuk menjamin akuntabilitas dan ketertelusuran proses pengujian.

3.1.4.2 Desain Instrumen Verifikasi

Verifikasi bertujuan memastikan bahwa kerangka kerja dan aplikasi dibangun sesuai spesifikasi, desain, dan prosedur yang telah dirancang.

B1. Verifikasi Kerangka Kerja Estimasi UCP

Verifikasi bertujuan memastikan bahwa kerangka kerja dan aplikasi dibangun sesuai spesifikasi, desain, dan prosedur yang telah dirancang. Instrumen verifikasi kerangka kerja disusun dalam bentuk tabel yang memuat:

1. Nomor item verifikasi
2. Komponen yang diuji
3. Kriteria verifikasi
4. Skor penilaian
5. Catatan penguji

Komponen yang diverifikasi meliputi:

1. Definisi ruang lingkup estimasi HPS
2. Identifikasi aktor
3. Identifikasi *use case*
4. Perhitungan UAW
5. Perhitungan UUCW
6. Penilaian *TCF*
7. Penilaian *ECF*
8. Perhitungan *UCP*
9. Konversi *UCP* ke *effort*
10. Konversi *effort* ke biaya (HPS)

Skala penilaian menggunakan skala ordinal 4 tingkat:

1 = Tidak Sesuai

2 = Kurang Sesuai

3 = Sesuai

4 = Sangat Sesuai

Skala ini digunakan untuk mengukur tingkat kesesuaian setiap tahapan terhadap standar metodologis UCP dan rancangan sistem.

B2 Verifikasi Aplikasi Website (*Black Box Testing*)

Verifikasi aplikasi dilakukan menggunakan pendekatan *black box testing*, yaitu pengujian fungsi sistem berdasarkan *input* dan *output* tanpa menguji struktur kode internal.

Fungsi yang diuji meliputi:

1. *Input actor*
2. *Input use case*
3. Perhitungan UAW
4. Perhitungan UUCW
5. Perhitungan TCF
6. Perhitungan ECF
7. Perhitungan UCP
8. Estimasi *effort*
9. Estimasi biaya
10. *Output* hasil estimasi

Skala penilaian yang digunakan adalah:

0 = Gagal

1 = Berhasil

Pendekatan ini bertujuan memastikan bahwa seluruh fitur sistem berjalan sesuai spesifikasi fungsional yang telah dirancang.

3.1.4.3 Desain Instrumen Validasi

Validasi bertujuan memastikan bahwa kerangka kerja dan aplikasi yang dikembangkan telah memenuhi kebutuhan pengguna dan tujuan organisasi.

Instrumen validasi dibagi menjadi dua bagian:

C.1 Validasi Kerangka Kerja

Aspek yang dinilai meliputi:

1. Kesesuaian tujuan
2. Relevansi metode UCP
3. Keterpahaman tahapan
4. Keterterapan dalam lingkungan pengadaan
5. Dukungan terhadap pengambilan keputusan

Skala penilaian menggunakan skala Likert 4 tingkat:

1 = Sangat Tidak Setuju

2 = Tidak Setuju

3 = Setuju

4 = Sangat Setuju

Skala ini dipilih untuk menghindari nilai netral dan mendorong responden memberikan penilaian yang lebih tegas.

C.2 Validasi Aplikasi Website

Aspek yang dinilai meliputi:

1. Kesesuaian fungsi sistem

2. Kemudahan penggunaan
3. Kejelasan output
4. Keandalan sistem
5. Kelayakan operasional

Penilaian menggunakan skala Likert 4 tingkat yang sama dengan validasi kerangka kerja.

3.1.4.4 Prosedur Pelaksanaan Verifikasi dan Validasi

Pelaksanaan V&V dilakukan melalui tahapan berikut:

1. Penyampaian penjelasan singkat mengenai kerangka kerja dan aplikasi kepada penguji.
2. Penguji melakukan pengujian fungsional aplikasi.
3. Penguji mengisi form verifikasi berdasarkan kesesuaian desain dan implementasi.
4. Penguji mengisi form validasi berdasarkan persepsi kesesuaian kebutuhan.
5. Rekapitulasi hasil dilakukan untuk menentukan status kelulusan verifikasi dan validasi.

Status akhir dikategorikan menjadi:

1. Lulus
2. Tidak Lulus

Selain itu, diberikan rekomendasi penggunaan:

1. Digunakan
2. Digunakan dengan perbaikan

3. Tidak digunakan

V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengembangan, serta uji verifikasi dan validasi terhadap kerangka kerja dan sistem estimasi HPS pengembangan sistem informasi berbasis metode *Use Case Points* (UCP), maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kerangka kerja estimasi HPS berbasis metode UCP telah berhasil dirancang secara sistematis, mencakup identifikasi aktor dan *use case*, perhitungan UUCP, penyesuaian TCF dan ECF, konversi UCP menjadi *effort (man-hours)*, serta perhitungan komponen biaya pembentuk HPS.
2. Implementasi kerangka kerja ke dalam sistem estimasi HPS berbasis web mampu mengotomatisasi seluruh tahapan perhitungan secara konsisten, terstruktur, dan terdokumentasi, sehingga meminimalkan kesalahan perhitungan manual.
3. Hasil uji verifikasi menunjukkan bahwa seluruh fungsi perhitungan dalam sistem telah sesuai dengan metode UCP, sedangkan hasil uji validasi menunjukkan bahwa kerangka kerja dan sistem mampu menghasilkan estimasi HPS yang rasional dan dapat dipertanggungjawabkan.
4. Secara keseluruhan, kerangka kerja dan sistem yang dihasilkan dinilai layak untuk digunakan sebagai acuan estimasi HPS pengembangan sistem informasi di lingkungan Institut Teknologi Sumatera.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah diperoleh, beberapa saran yang dapat diajukan untuk pengembangan dan pemanfaatan hasil penelitian ini ke depan adalah sebagai berikut:

1. Sistem estimasi HPS yang dikembangkan dapat diperluas dengan integrasi ke sistem perencanaan atau pengadaan institusi agar mendukung proses pengadaan secara *end-to-end*.
2. Nilai faktor produktivitas dan tarif biaya disarankan untuk dikalibrasi menggunakan data historis proyek pengembangan sistem informasi guna meningkatkan akurasi estimasi.
3. Penelitian selanjutnya dapat melakukan perbandingan dengan metode estimasi perangkat lunak lain untuk mengevaluasi efektivitas metode UCP dalam konteks pengadaan.
4. Diperlukan dukungan kebijakan internal agar kerangka kerja estimasi HPS dapat diterapkan secara konsisten sebagai pedoman resmi di tingkat institusi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Laudon, K. C., & Laudon, J. P., *Management Information Systems*, 15th ed., Pearson, 2020.
- [2] Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2018 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah.
- [3] Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 46 Tahun 2025 tentang Perubahan Kedua atas Perpres 16/2018.
- [4] LKPP, Pedoman Penyusunan Harga Perkiraan Sendiri (HPS), 2022.
- [5] Karner, G., “*Resource Estimation for Objectory Projects*,” Objective Systems SF AB, 1993.
- [6] Silhavy, P., et al., “*Analysis and Selection of a Regression Model for the UCP Method*,” JSS, 2017.
- [7] Cohn, M., *Agile Estimating and Planning*, Prentice Hall, 2005.
- [8] Robiolo dan Olosco, “*Transactions and Paths: Two Use Case Based Metrics Which Improve Early Effort Estimation*,” 2009.
- [9] Ochodek, M., et al., “*Simplifying Effort Estimation Based on Use Case Points*,” IST, 2011.
- [10] Du, W., et al., “*A Hybrid Intelligent Model for Software Cost Estimation*,” 2015.
- [11] Bou Nassif, A., et al., “*Neural Network Models for Software Development Effort Estimation: A Comparative Study*,” IEEE Access, 2020.
- [12] Azzeh, M., & Bou Nassif, A., “*A Hybrid Model for Estimating Software Project Effort from Use Case Points*,” Applied Soft Computing, 2016.
- [13] Satapathy, S., et al., “*Early Stage Software Effort Estimation Using Random Forest Technique Based on Use Case Points*,” IET Software, 2016

- [14] Alrababa'H, N., & Banimustafa, A., "*Random Forests for Predicting Software Effort Estimation Based on Use-Case Points*," 2022.
- [15] Qi, F., & Boehm, B., "*Calibrating Use Case Points Using Bayesian Analysis*," IEEE ESEM, 2018.
- [16] Cohn, M., *User Stories Applied*, Addison-Wesley, 2004.
- [17] Saleh, K., *Software Project Cost Distribution Model*, 2009.
- [18] Carroll, E. R., *Estimating Software Projects*, 2005.
- [19] Clemmons, R. K., *Project Estimation with UCP*, 2006.
- [20] Kelly Services, *Salary Guide IT Indonesia*, 2013