

KOMPARASI *FUZZY USE CASE POINT* DAN *ADVANCE USE CASE POINT* UNTUK ESTIMASI PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

Usup Suparma¹, Edi Sukirman², Hustinawati Hustinawati³

^{1,2,3}Institution/affiliation

Manajemen Sistem Informasi, Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya Pondok Cina, Depok, Jawa Barat, telp. 7863819

e-mail: ¹usup.suparma7@gmail.com, ²ediskm@staff.gunadarma.ac.id,
³hustina@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Ketidakakuratan estimasi upaya (*effort*) pengembangan perangkat lunak pada proyek *mobile enterprise* sering kali disebabkan oleh kompleksitas non-fungsional dan subjektivitas penilaian faktor teknis. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi akurasi metode Fuzzy Use Case Point (FUCP) dan Advance Use Case Point (AUCP) dengan studi kasus aplikasi ASSIST pada PT. Astana Kinaya Mitratama. Masalah utama yang diangkat adalah efek batas diskrit (*cliff effect*) pada kategori Use Case Point (UCP) konvensional yang sering menghasilkan estimasi bias. Metode FUCP menggunakan logika fuzzy Mamdani untuk menghaluskan klasifikasi bobot, sementara AUCP menambahkan dimensi End User Development (EUD). Hasil penelitian menunjukkan bahwa FUCP menghasilkan estimasi sebesar 1.746 jam (MRE 6,59%), sedangkan AUCP sebesar 2.159,46 jam (MRE 31,84%) terhadap *effort* aktual 1.638 jam. FUCP terbukti lebih presisi karena mampu memetakan jumlah transaksi secara kontinu, sementara AUCP menghasilkan *overestimation* akibat multiplikator EUD yang tidak relevan dengan karakteristik proyek *mobile enterprise* terpusat. Kontribusi penelitian ini adalah validasi empiris keunggulan logika fuzzy dalam memitigasi kesalahan estimasi pada domain aplikasi *mobile* di Indonesia.

Kata kunci: *Estimasi Upaya, Use Case Point, Fuzzy UCP, Advance UCP, MRE*

Abstract

Inaccurate software effort estimation in mobile enterprise projects is often caused by non-functional complexity and subjectivity in assessing technical factors. This study aims to evaluate the accuracy of Fuzzy Use Case Point (FUCP) and Advance Use Case Point (AUCP) methods using the ASSIST application at PT. Astana Kinaya Mitratama as a case study. The primary issue addressed is the discrete boundary effect (cliff effect) in conventional Use Case Point (UCP) categories, which frequently leads to biased estimations. The FUCP method employs Mamdani fuzzy logic to smooth weight classification, while AUCP incorporates the End User Development (EUD) dimension. The results indicate that FUCP produced an estimate of 1,746 hours (MRE 6.59%), while AUCP produced 2,159.46 hours (MRE 31.84%) against the actual effort of 1,638 hours. FUCP is proven to be more precise due to its ability to map transactions continuously, whereas AUCP results in overestimation due to EUD multipliers that are irrelevant to the characteristics of centralized mobile enterprise projects. This study contributes an empirical validation of the advantages of fuzzy logic in mitigating estimation errors within the Indonesian mobile application domain.

Keywords: *Effort Estimation, Use Case Point, Fuzzy UCP, Advance UCP, MRE*

1. PENDAHULUAN

Kegagalan estimasi Upaya perangkat lunak merupakan masalah klasik dalam rekayasa perangkat lunak dan terus menjadi perhatian global. Laporan CHAOS 2015–2020 menunjukkan hanya sekitar 31% proyek perangkat lunak yang berhasil diselesaikan tepat waktu, sesuai anggaran, dan memenuhi ruang lingkup awal. Ketidakakuratan estimasi tidak hanya berimplikasi pada jadwal, tetapi

juga menimbulkan kerugian finansial yang signifikan. Menurut Pulse of the Profession yang dirilis PMI, rata-rata organisasi kehilangan hingga 44% investasi portofolio Teknologi Informasi akibat melesetnya estimasi proyek [1].

Di Indonesia, tantangan serupa terlihat jelas. Studi lapangan pada 120 proyek perangkat lunak mengungkapkan deviasi estimasi upaya rata-rata sebesar 39%, bahkan ketika menggunakan metode konvensional seperti COCOMO II dan Function Poin [2]. Faktor dominan penyebab deviasi tersebut adalah kompleksitas non-fungsional yang sulit dikuantifikasi serta inkonsistensi penilaian faktor lingkungan antarproyek. Hal ini menegaskan perlunya pendekatan estimasi yang lebih adaptif terhadap karakteristik sistem modern, khususnya aplikasi mobile multi-modul yang semakin banyak diadopsi oleh perusahaan.

Use Case Point (UCP) merupakan salah satu pendekatan populer untuk estimasi perangkat lunak sejak diperkenalkan oleh Karner [3], yang menggunakan aktor, use case, serta faktor teknis dan lingkungan untuk menghitung ukuran sistem. Keunggulan UCP adalah kemampuannya digunakan sejak tahap analisis, bahkan ketika detail implementasi kode belum tersedia [4]. Tinjauan sistematis oleh Mahmood et al. [5] terhadap lebih dari 120 studi menunjukkan bahwa UCP dan variannya secara konsisten memberikan akurasi yang kompetitif dibanding model parametrik seperti COCOMO II. Seiring perkembangan, UCP dimodifikasi menjadi berbagai varian. Advance Use Case Point (AUCP), misalnya, menambahkan dimensi End User Development (EUD) guna meningkatkan ketelitian estimasi [6]. Penelitian sebelumnya menunjukkan AUCP mampu menurunkan Mean Magnitude of Relative Error (MMRE) hingga 11% pada sistem reservasi ruang [7], sementara pengayaan AUCP dengan faktor EUD mampu menekan MMRE hingga 1% [8].

Di sisi lain, pendekatan Fuzzy Use Case Point (F-UCP) mengintegrasikan logika fuzzy Mamdani untuk mengatasi subjektivitas klasifikasi kompleksitas use case [9], [10]. Nassif et al. [11] membuktikan bahwa sistem inferensi fuzzy dapat memetakan jumlah transaksi ke bobot kontinu, menghasilkan estimasi yang lebih presisi dibanding bobot diskrit UCP standar. Khalida et al. [12] melaporkan bahwa Mamdani-FUCP menurunkan RMSE dari 699,4 menjadi 547,1 pada sepuluh proyek pemerintah Indonesia. Azzeh et al. [13] dalam tinjauan sistematisnya menegaskan bahwa metode berbasis fuzzy secara umum mengungguli klasifikasi diskrit, terutama untuk use case dengan jumlah transaksi di batas antar kategori. Meskipun kedua metode ini menawarkan peningkatan akurasi, terdapat kesenjangan literatur dalam mengevaluasi efektivitas AUCP dan F-UCP secara komparatif pada domain aplikasi mobile enterprise.

Penelitian ini mengambil studi kasus pada aplikasi Astana Information System (ASSIST), sebuah aplikasi mobile (Android dan iOS) yang dikembangkan oleh PT. Astana Kinaya Mitratama. ASSIST mencakup fungsi absensi berbasis GPS, cuti, payroll, dan reimbursement untuk lebih dari 300 karyawan. Kompleksitas multi-modul serta ketergantungan pada lingkungan mobile menjadikan proyek ini representatif untuk mengevaluasi kinerja metode estimasi. Studi terdahulu pada proyek HR-mobile di Indonesia menunjukkan bahwa estimasi yang meleset dapat menimbulkan spill-over fase pengujian hingga 28% [14], mempertegas urgensi penelitian ini. Kebaharuan penelitian ini terletak pada tiga kontribusi: pertama, pembuktian empiris bahwa dimensi EUD tidak selalu meningkatkan akurasi pada proyek mobile enterprise tanpa fitur EUD dominan; kedua, validasi logika fuzzy Mamdani dalam konteks multi-modul mobile Indonesia; dan ketiga, tersedianya panduan berbasis bukti bagi manajer proyek dalam memilih model estimasi berdasarkan tingkat keterlibatan pengguna akhir.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Desain Penelitian dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus pada proyek Astana Information System (ASSIST) yang dikembangkan oleh PT. Astana Kinaya Mitratama. Fokus penelitian adalah membandingkan akurasi metode Fuzzy Use Case Point (F-UCP) dan Advance Use Case Point (AUCP) dalam mengestimasi upaya perangkat lunak. Desain penelitian ini bersifat kuantitatif, karena seluruh data hasil perhitungan estimasi dan aktual effort dianalisis menggunakan metrik evaluasi statistik.

Keberhasilan penelitian ini bergantung pada kualitas data yang digunakan. Oleh karena itu, data dikumpulkan dari dua sumber utama, yakni data primer dan data sekunder.

1. Data Primer diperoleh langsung dari lapangan melalui:

- Hasil wawancara dengan tim proyek (Team Leader, System Analyst, Backend Developer, Frontend Developer).
 - Lembar penilaian Technical Complexity Factor (TCF), Environmental Complexity Factor (ECF), EUD Technical Factors (EUD_TF), dan EUD Environmental Factors (EUD_EF).
2. Data Sekunder meliputi:
- Dokumen proyek ASSIST (use case diagram, deskripsi aktor, flow transaksi).
 - Catatan effort aktual proyek (jumlah personel, jumlah hari kerja, jam kerja per hari).

2.2 Perancangan Fuzzy Use Case Point (F-UCP)

Perhitungan dengan metode Fuzzy Use Case Point (F-UCP) dilakukan secara bertahap untuk memperoleh estimasi upaya yang lebih presisi dibanding UCP konvensional. Setiap tahap didukung oleh penyajian tabel, gambar, maupun rumus agar alur perhitungannya lebih jelas dan terukur.

Perhitungan dengan metode Fuzzy Use Case Point (F-UCP) dilakukan secara bertahap untuk memperoleh estimasi upaya yang lebih presisi dibanding UCP konvensional. Setiap tahap didukung oleh penyajian tabel, gambar, maupun rumus agar alur perhitungannya lebih jelas dan terukur. Tahap pertama adalah identifikasi aktor. Setiap entitas eksternal dikategorikan sebagai *_simple_* (bobot 1, via API), *_average_* (bobot 2, via protokol TCP/IP), atau *_complex_* (bobot 3, via GUI) [3]. Pada proyek ASSIST, ketiga aktor (Karyawan, Atasan, Admin) semuanya berkategori kompleks sehingga $UAW = 3 \times 3 = 9$.

Langkah kedua adalah identifikasi use case berdasarkan jumlah transaksi. Use case diklasifikasikan sebagai *simple* (1–3 transaksi, bobot 5), *average* (4–7 transaksi, bobot 10), atau *complex* (>7 transaksi, bobot 15) [3]. Jumlah transaksi menjadi input awal proses fuzzifikasi.

Setelah jumlah transaksi diperoleh, dialkukna fuzzifikasi. Proses ini mengubah nilai tegas (*crisp*) jumlah transaksi menjadi nilai fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan input dibagi ke dalam tiga himpunanfuzzy, yaitu *simple*, *average* dan *complex*.

Tahap berikutnya adalah inferensi fuzzy, di mana aturan IF–THEN diterapkan untuk menentukan bobot berdasarkan jumlah transaksi. Contoh aturan yang digunakan adalah: “Jika transaksi termasuk *simple* maka bobot termasuk *simple*; Jika transaksi termasuk *average* maka bobot termasuk *average*; Jika transaksi termasuk *complex* maka bobot termasuk *complex*.”. Hasil dari inferensi masih berupa nilai fuzzy, sehingga perlu dilakukan defuzzifikasi agar diperoleh bobot numerik (*crisp*). Metode defuzzifikasi yang digunakan adalah centroid (center of gravity). Dengan metode ini, bobot setiap use case dihitung lebih halus dibandingkan bobot diskrit UCP konvensional.

Setelah nilai bobot fuzzy untuk seluruh use case dihitung, langkah selanjutnya adalah memperoleh Fuzzy Unadjusted Use Case Point (FUUCP). Nilai ini merupakan penjumlahan antara UAW dan FUUCW, dengan seperti ditunjukkan pada persamaan dibawah ini: $FUUCP = UAW + FUUCW$ (1)

Tahap berikutnya adalah menghitung Technical Complexity Factor (TCF) dan Environmental Complexity Factor (ECF). Untuk TCF, terdapat 13 faktor teknis yang dinilai dengan skala 0–5, sementara untuk ECF terdapat 8 faktor lingkungan. Nilai setiap faktor dikalikan dengan bobotnya, lalu dijumlahkan. Nilai total TF dan EF kemudian digunakan dalam perhitungan TCF dan ECF dengan formula sebagaimana ditunjukkan pada persamaan (2) dan (3). TCF dihitung dari 13 faktor teknis [3] (antara lain sistem terdistribusi bobot 2,0; portabilitas platform bobot 2,0; performa tinggi bobot 1,0 dsb.) dan ECF dari 8 faktor lingkungan (antara lain stabilitas persyaratan bobot 2,0; keakraban metodologi bobot 1,5 dsb.).

Dengan diperolehnya nilai UFUCP, TCF, dan ECF, maka nilai akhir Fuzzy Use Case Point (F-UCP) dapat dihitung. Perhitungan dilakukan dengan mengalikan ketiganya, sebagaimana ditunjukkan pada persamaan dibawah ini:

$$F-UCP = FUUCP \times TCF \times ECF \quad (2)$$

Tahap terakhir adalah mengonversi nilai F-UCP menjadi estimasi effort dalam satuan jam kerja. Konversi ini dilakukan dengan mengalikan nilai F-UCP dengan effort rate. Sesuai standar Karner, effort rate ditetapkan sebesar 20 jam per UCP. Rumus perhitungannya ditunjukkan pada persamaan dibawah ini:

$$Effort = F-UCP \times Effort \text{ Rate} \quad (3)$$

Dengan tahapan ini, metode F-UCP menghasilkan estimasi upaya yang lebih presisi, karena kompleksitas use case ditangani secara kontinu melalui logika fuzzy.

2.3 Perancangan Advance Use Case Point (A-UCP)

Metode Advance Use Case Point (AUCP) merupakan pengembangan dari UCP konvensional dengan menambahkan dimensi End User Development (EUD) [15]. Penambahan faktor ini membuat AUCP lebih sensitif terhadap kompleksitas proyek yang melibatkan kustomisasi oleh pengguna akhir. Sama seperti pada F-UCP, tahapan perhitungannya dilakukan secara sistematis, dan didukung oleh tabel, gambar, serta rumus untuk memperjelas proses.

Tahap pertama adalah menghitung nilai Unadjusted Use Case Point (UUCP). Aktor ASSIST dikategorikan sama dengan F-UCP (UAW = 9). Use case diklasifikasikan dengan kriteria Karner [3] (simple ≤ 3 transaksi dengan bobot 5; average 4–7 transaksi dengan bobot 10; complex > 7 transaksi dengan bobot 15). UUCP diperoleh dari:

$$UUCP = UAW + UUCW \quad (4)$$

Tahap kedua adalah menghitung TCF dan ECF menggunakan persamaan (2) dan (3) — faktor penilaian identik dengan F-UCP. Nilai UCP standar:

$$UCP = UUCP \times TCF \times ECF \quad (5)$$

Tahap ketiga adalah menghitung 17 EUD Technical Factors (EUD_TF) [15] yang dinilai secara biner (1 = relevan, 0 = tidak relevan) dan dikalikan bobotnya masing-masing (bobot berkisar 0,5–1,5 per faktor). Total EUD_TF digunakan dalam persamaan (8).

Tahap kelima adalah menghitung nilai akhir Advance Use Case Point (AUCP). Nilai ini diperoleh dengan mengalikan UCP dengan faktor EUD_TCF dan EUD_ECF sebagaimana ditunjukkan pada persamaan dibawah ini:

$$AUCP = UCP \times (EUD_TCF \times EUD_ECF) \quad (8)$$

Tahap terakhir adalah mengonversi AUCP ke estimasi upaya (effort) dalam jam kerja. Sama seperti pada F-UCP, nilai AUCP dikalikan dengan effort rate yang ditetapkan sebesar 20 jam per UCP. Formula perhitungannya ditunjukkan pada persamaan dibawah ini:

$$Effort = AUCP \times Effort \text{ Rate} \quad (9)$$

2.5 Metrik Evaluasi Akurasi

Akurasi kedua metode dievaluasi menggunakan Magnitude of Relative Error (MRE) dengan formula:

$$MRE = |Effort \text{ Aktual} - Effort \text{ Estimasi}| / Effort \text{ Aktual} \quad (1)$$

Nilai MRE yang lebih kecil menunjukkan tingkat presisi estimasi yang lebih tinggi terhadap kondisi nyata di lapangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

3.1.1 Hasil Perhitungan Fuzzy Use Case Point (F-UCP)

Hasil estimasi dengan metode Fuzzy Use Case Point (F-UCP) diperoleh melalui beberapa tahapan perhitungan yang terstruktur. Tahap awal dimulai dengan identifikasi aktor yang berinteraksi dengan sistem. Aktor tersebut diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu simple, average, dan complex, dengan bobot masing-masing 1, 2, dan 3 sesuai definisi Karner (1993). Jumlah setiap kategori aktor dikalikan dengan bobotnya, lalu dijumlahkan untuk memperoleh nilai Unadjusted Actor Weight (UAW). Pada proyek ASSIST, ketiga aktor (Karyawan, Atasan, Admin) semuanya dikategorikan complex karena berinteraksi melalui GUI mobile, sehingga $UAW = 3 \times 3 = 9$.

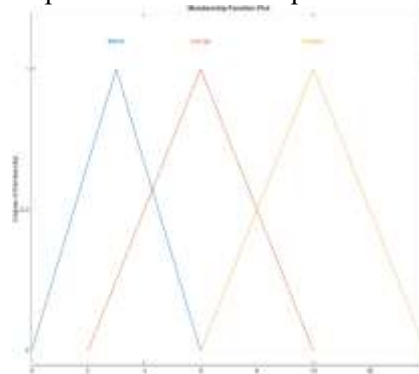
Tahap berikutnya adalah identifikasi use case. Semua use case dalam sistem dihitung jumlah transaksinya. Daftar use case beserta jumlah transaksinya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Identifikasi Use Case

No	Use Case	Transaksi	Tipe
1	Login	3	Sederhana
2	Melihat Homepage	1	Sederhana
3	Melihat Account	2	Sederhana
4	Melakukan Attendance	4	Sedang
5	Membuat Attendance Request	3	Sederhana
6	Persetujuan Attendance Request	2	Sederhana

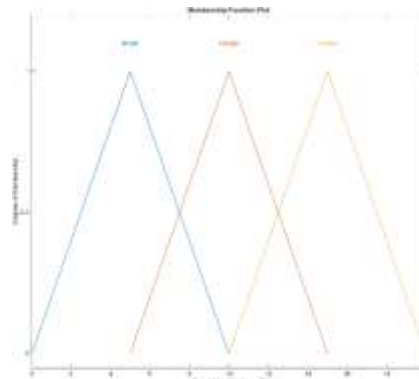
No	Use Case	Transaksi	Tipe
7	Mengelola Account	2	Sederhana
8	Melihat Personal Info	1	Sederhana
9	Melihat Daftar Kayawan	2	Sederhana
10	Membuat Time Off	3	Sederhana
11	Persetujuan Time Off	3	Sederhana
12	Melihat Payslip	7	Sedang
13	Membuat Reimbursement	2	Sederhana
14	Persetujuan Reimbursement	2	Sederhana
15	Membuat Payslip	4	Sedang

Setelah jumlah transaksi diperoleh, dilakukan fuzzifikasi, yaitu mengubah nilai tegas (crisp) jumlah transaksi menjadi nilai fuzzy. Proses ini menggunakan tiga himpunan fuzzy: simple, average, dan complex. Bentuk fungsi keanggotaan untuk input jumlah transaksi ditunjukkan pada Gambar 1, sementara fungsi keanggotaan untuk output bobot use case diperlihatkan pada Gambar 2.



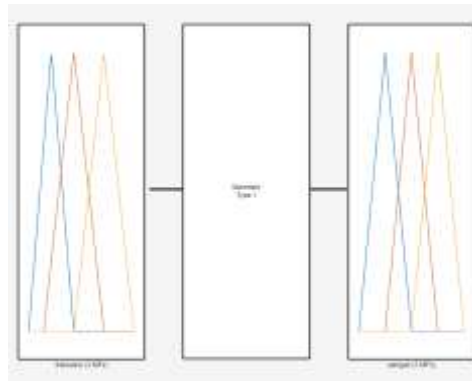
Gambar 1. Variable Input

Dengan pendekatan ini, sebuah use case dengan jumlah transaksi tertentu tidak langsung dikategorikan secara diskrit, tetapi dipetakan ke dalam beberapa himpunan fuzzy dengan derajat keanggotaan tertentu.



Gambar 2. Variable Output

Tahap selanjutnya adalah inferensi fuzzy. Proses ini menggunakan aturan IF–THEN berbasis metode Mamdani, misalnya: “Jika transaksi simple maka bobot simple”, “Jika transaksi average maka bobot average”, dan “Jika transaksi complex maka bobot complex”. Hubungan antaraturan fuzzy divisualisasikan dalam Gambar 3, yang menunjukkan bagaimana input berupa jumlah transaksi diproses untuk menghasilkan bobot fuzzy.



Gambar 3. FIS

Output dari inferensi masih berupa nilai fuzzy sehingga perlu dilakukan defuzzifikasi untuk memperoleh bobot numerik. Metode defuzzifikasi yang digunakan adalah centroid (center of gravity). Dengan metode ini, setiap use case memiliki bobot kontinu yang lebih presisi dibandingkan bobot diskrit pada metode UCP konvensional. Hasil perbandingan bobot UCP standar dan bobot fuzzy ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Bobot UCP Konvensional dan Bobot FUCP

Type Use Case	Transaksi	Bobot UCP	Bobot FUCP
Simple	1	5	5
Simple	2	5	5
Simple	3	5	6,37
Average	4	10	7,25
Average	5	10	8,25
Average	6	10	10
Average	7	10	11,4
Complex	8	10	12,5
Complex	9	15	13,6
Complex	10	15	15
Complex	11	15	15
Complex	12	15	15

Untuk setiap use case proyek ASSIST, hasil defuzzifikasi menghasilkan bobot fuzzy seperti ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Fuzzy Unadjusted Use Case Weight (FUUCW) Proyek ASSIST

No	Use Case	Transaksi	Bobot
1	Login	3	6,37
2	Melihat Homepage	1	5
3	Melihat Account	2	5
4	Melakukan Attendance	4	7,25
5	Membuat Attendance Request	3	6,37
6	Persetujuan Attendance Request	2	5
7	Mengelola Account	2	5
8	Melihat Personal Info	1	5
9	Melihat Daftar Kayawan	2	5
10	Membuat Time Off	3	6,37
11	Persetujuan Time Off	3	6,37
12	Melihat Payslip	7	11,4
13	Membuat Reimbursement	2	5
14	Persetujuan Reimbursement	2	5

No	Use Case	Transaksi	Bobot
15	Membuat Payslip	4	7,25
FUUCW			91,38

Setelah seluruh bobot fuzzy diperoleh, dilakukan perhitungan Fuzzy Unadjusted Use Case Point (FUUCP) dengan menjumlahkan UAW dan FUUCW. Rumus perhitungannya ditunjukkan pada persamaan dibawah ini:

$$FUCP = FUUCW + UAW$$

$$FUUCP = UAW + UUCW$$

$$= 9 + 91,38$$

$$= 100,38$$

Tahapan berikutnya adalah menghitung Technical Complexity Factor (TCF) dan Environmental Complexity Factor (ECF). Nilai TCF diperoleh dari penilaian 13 faktor teknis, sedangkan ECF dari 8 faktor lingkungan. Setiap faktor diberi skor 0–5 oleh responden, lalu dikalikan dengan bobotnya. Hasil penilaian faktor teknis ditampilkan pada Tabel 4, sedangkan hasil faktor lingkungan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 4. Perhitungan Technical Complexity Factor (TCF)

Faktor	Deskripsi	Bobot	Skor	Bobot x Skor
T1	Sistem terdistribusi	2,0	4	8,00
T2	Persyaratan performa tinggi	1,0	4	4,00
T3	Efisiensi waktu respons pengguna akhir	1,0	4,6	4,60
T4	Kompleksitas pemrosesan internal	1,0	2,8	2,80
T5	Kode harus dapat digunakan ulang	1,0	3,2	3,20
T6	Kemudahan instalasi	0,5	3,8	1,90
T7	Kemudahan penggunaan	0,5	5	2,50
T8	Portabilitas ke platform lain	2,0	4,2	8,40
T9	Kemudahan perawatan sistem	1,0	4,2	4,20
T10	Pemrosesan konkuren (concurrent)	1,0	3,4	3,40
T11	Persyaratan keamanan	1,0	3,8	3,80
T12	Akses langsung ke pihak ketiga	1,0	3,2	3,20
T13	Kebutuhan pelatihan pengguna	1,0	3,2	3,20
Total TF				53,20

Untuk menentukan nilai Technical Complexity Factor, dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus:

$$TCF = C1 + C2 \times TF$$

$$= 0,6 + 0,1 \times 53,20$$

$$= 1,13$$

Nilai Technical Complexity Factor yang didapat adalah 1,13

Tabel 5. Perhitungan Environmental Complexity Factor (ECF)

Faktor	Use Case	Bobot	Skor(0-5)	EF
E1	Keakraban dengan metodologi pengembangan	1,5	4,2	6,30
E2	Pengalaman aplikasi	0,5	4	2,00
E3	Kemampuan analisis berorientasi objek	1,0	3,8	3,80
E4	Kemampuan pemimpin proyek	0,5	4,4	2,20
E5	Motivasi tim	1,0	4,6	4,60
E6	Stabilitas persyaratan	2,0	3,8	7,60
E7	Penggunaan pekerja paruh waktu	-1,0	3,6	-3,60
E8	Kesulitan bahasa pemrograman	-1,0	2	-2,00
FUUCW				20,90

Untuk menentukan nilai Environment Complexity Factor, dilakukan perhitungan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} ECF &= C1 + C2 \times EF \\ &= 1,4 + (-0,03) \times EF \\ &= 1,4 + (-0,03) \times 20,90 \\ &= 0,77 \end{aligned}$$

Nilai Environment Complexity Factor yang didapat adalah 0,77

Untuk menentukan nilai Use Case Point, dilakukan perkalian dari hasil Unadjusted Use Case Point, Technical Complexity Factor dan Environment Complexity Factor menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} UCP &= UUCP \times TCF \times ECF \\ &= 100,38 \times 1,13 \times 0,77 \\ &= 87,34 \end{aligned}$$

Nilai Use Case Point yang didapat adalah 87,34

Untuk menentukan Effort, dilakukan perkalian dari hasil Use Case Point dengan Effort Rate menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Effort} &= UCP \times \text{Effort Rate} \\ &= 87,34 \times 20 \\ &= 1746 \end{aligned}$$

Total Effort yang didapatkan adalah 1746

3.1.2. Advance Use Case Point (AUCP)

Perhitungan estimasi menggunakan metode Advance Use Case Point (AUCP) dimulai dengan menghitung nilai UCP standar. Pada proyek ASSIST, aktor identik dengan F-UCP sehingga UAW = ****9****. Untuk use case, dengan kriteria diskrit Karner [3]: 11 use case *_simple_* (≤ 3 txn, $\times 5 = 55$) dan 4 use case *_average_* ($4-7$ txn, $\times 10 = 40$), menghasilkan UUCW = **95**. UUCP:

$$\begin{aligned} UUCP &= UAW + UUCW \\ &= 9 + 95 \\ &= 104 \end{aligned}$$

Untuk menentukan nilai Use Case Point, dilakukan perkalian dari hasil Unadjusted Use Case Point, Technical Complexity Factor dan Environment Complexity Factor menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} UCP &= UUCP \times TCF \times ECF \\ &= 104 \times 1,13 \times 0,77 \\ &= 90,49 \end{aligned}$$

Nilai Use Case Point yang didapat adalah 90,49

Tahap selanjutnya adalah menghitung faktor tambahan yang menjadi pembeda metode AUCP, yaitu End User Development Technical Factors (EUD_TF). Sebanyak 17 faktor teknis EUD dinilai secara biner (0 untuk tidak berpengaruh, 1 untuk berpengaruh), lalu dikalikan dengan bobot masing-masing. Rekapitulasi hasil penilaian ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan EUD Technical Factors (EUD_TF)

Faktor	EUD Technical Factor	Bobot	Nilai EUD	TF
T1	Creating throw away codes	0,5	0	0
T2	Creating reusable codes	1,2	1	1,2
T3	Sharing reusable code	1,4	0	0
T4	Easy and understandable code	1,2	1	1,2
T5	Security features in code for more control by end user	1,5	1	1,5
T6	Authentication features	1,12	1	1,12
T7	Inbuilt feedback about the correctness	1,3	0	0
T8	Testable code	1,2	1	1,2
T9	Tools for analyzing by debugging	1,4	1	1,4

Faktor	EUD Technical Factor	Bobot	Nilai EUD	TF
T10	Error detection tools	1,2	0	0
T11	Online help availability	1,3	1	1,3
T12	Self-efficacy	1,11	1	1,11
T13	Perceived ease of use	1,2	1	1,2
T14	Perceived usefulness	1	1	1
T15	Flexible code	1,2	1	1,2
T16	Scalability features	1,25	1	1,25
T17	Ease of maintenance	1,2	1	1,2
Total EUD TF				16,08

Setelah memperoleh total EUD_TF, nilai EUD Technical Complexity Factor dihitung menggunakan persamaan standar [15]:

$$\begin{aligned}
 \text{EUD_TCF} &= 0,6 + (0,01 \times \text{Total EUD_TF}) \\
 &= 0,6 + (0,01 \times 16,08) \\
 &= 0,76
 \end{aligned}$$

Selain faktor teknis, AUCP juga mempertimbangkan End User Development Environmental Factors (EUD_EF). Faktor ini terdiri dari 8 indikator yang dinilai dengan cara yang sama (0/1) kemudian dikalikan dengan bobot masing-masing. Hasil penilaian ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan EUD Environmental Factors (EUD_EF)

Faktor	EUD Environment Factor	Bobot	Nilai EUD	TF
E1	Content level of EUP	1,4	1	1,4
E2	End Use Computing capability	0,75	1	0,75
E3	Ease of use and feedback	1,5	0	0
E4	Inbuilt system assistance for EUP	1,25	0	0
E5	Training and learning time constrain for end user	1,12	1	1,12
E6	Reliability of end user code	1,2	0	1,2
E7	End user storage constraint	1,02	1	1,02
E8	Risk factors	1,12	1	1,12
Total EUD TF				5,79

Nilai EUD Environmental Complexity Factor dihitung dari hasil penjumlahan total EUD_EF menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{EUD_ECF} &= 1,4 + (0,03 \times \text{Total EUD_EF}) \\
 &= 1,4 + (0,03 \times 5,79) \\
 &= 1,57
 \end{aligned}$$

Nilai akhir Advance Use Case Point dihitung dengan mengalikan nilai Use Case Point (UCP) dengan faktor EUD_TCF dan EUD_ECF. Rumus perhitungannya adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{AUCP} &= \text{UCP} \times (\text{EUD_TCF} \times \text{EUD_ECF}) \\
 &= 90,49 \times (0,76 \times 1,57) \\
 &= 107,97
 \end{aligned}$$

Untuk menentukan Effort, dilakukan perkalian dari hasil Use Case Point dengan Effort Rate menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
 \text{Effort} &= \text{AUCP} \times \text{Effort Rate} \\
 &= 107,97 \times 20 \\
 &= 2159,46 \\
 \text{Total Effort yang didapatkan} &\text{ adalah } 2159,46
 \end{aligned}$$

3.2 Evaluasi Hasil

Data aktual proyek ASSIST: 2 personel $\times$ 117 hari kerja $\times$ 7 jam/hari = 1.638 jam. Perbandingan hasil estimasi kedua metode terhadap actual effort disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Ringkasan Perbandingan Hasil Estimasi Upaya Perangkat Lunak

Metode	Effort Estimasi (jam)	Effort Aktual (jam)	Deviasi (jam)	MRE (%)
F-UCP	1.746	1.638	+108	6,59
AUCP	2.159,46	1,638	+521,46	32,84

Perhitungan MRE menggunakan persamaan (12):

Magnitude of Relative Error (MRE)

$$MRE = \frac{|Effort\ Aktual - Effort\ Estimasi|}{Effort\ Aktual}$$

$$MRE(FUCP) = \frac{|1638-1746|}{1638} = 0,00659(6,59\%)$$

$$MRE(AUCP) = \frac{|1638-2159,46|}{1638} = 0,03184(31,84\%)$$

F-UCP menghasilkan MRE 6,59% — berada dalam kategori sangat akurat dan jauh di bawah AUCP (31,84%).

3.3 Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan keunggulan signifikan F-UCP atas AUCP pada kasus proyek mobile enterprise ASSIST. Nilai MRE F-UCP sebesar 6,59% tidak hanya berada di bawah ambang penerimaan 25% [13], tetapi juga konsisten dengan temuan Hariyanto & Wahono [16] yang melaporkan rata-rata error 6,8% pada 15 proyek menggunakan FUCP berbasis Mamdani, serta Khalida et al. [12] yang memperoleh peningkatan akurasi 6,5% pada proyek-proyek pemerintah Indonesia. Konsistensi nilai MRE di rentang 6–7% ini mengindikasikan bahwa pendekatan fuzzy Mamdani bersifat robust dan dapat direplikasi di berbagai konteks proyek, bukan sekadar artefak dari satu studi kasus.

Keunggulan F-UCP secara khusus terletak pada kemampuannya mengatasi *cliff effect* klasifikasi diskrit UCP konvensional. Pada proyek ASSIST, dari total 15 use case, 10 di antaranya memiliki jumlah transaksi di zona batas antar kategori (1–4 transaksi), yaitu rentang di mana bobot diskrit UCP mengalami lompatan paling signifikan dari 5 ke 10 hanya dengan penambahan satu transaksi (kenaikan 100%). FUUCW yang dihasilkan (91,38) lebih rendah dari UUCW standar (95) karena logika fuzzy memberikan bobot yang lebih proporsional, misalnya 6,37 untuk use case dengan 3 transaksi (bukan 5) dan 7,25 untuk 4 transaksi (bukan 10). Nassif et al. [11] dan Azzeh et al. [13] secara independen menegaskan bahwa penghalusan transisi antar kategori ini merupakan kontribusi utama logika fuzzy terhadap akurasi estimasi berbasis use case, dan temuan penelitian ini mengkonfirmasi argumen tersebut secara empiris pada konteks mobile enterprise di Indonesia.

Tingginya deviasi AUCP (31,84%) pada proyek ASSIST perlu diinterpretasikan dalam konteks kesesuaian model (model-context fit) dengan karakteristik proyek. AUCP dirancang untuk proyek yang menuntut kustomisasi aktif oleh pengguna akhir, seperti yang dikonfirmasi Srivastava et al. [15] bahwa AUCP memberikan MMRE 0,205 pada delapan proyek situs web dengan EUD yang signifikan. Jayadi et al.[8] bahkan melaporkan MMRE 0,01 pada sistem PIAUD — sebuah sistem manajemen pendidikan Islam yang secara eksplisit membutuhkan kustomisasi guru untuk menyesuaikan konten kurikulum. Pada kasus ASSIST, sistem seluruhnya dikembangkan secara terpusat oleh tim IT — tidak ada mekanisme di mana karyawan, atasan, atau admin dapat memodifikasi logika bisnis sistem. Akibatnya, koefisien EUD_TCF = 0,76 dan EUD_ECF = 1,57 menghasilkan multiplikator neto $0,76 \times 1,57 = 1,19$ yang menginflasi estimasi 19% di atas nilai UCP dasar secara tidak proporsional. Temuan ini mendukung argumentasi Boehm et al. [17] bahwa akurasi model estimasi parametrik sangat bergantung pada relevansi dimensi yang dimasukkan terhadap karakteristik proyek yang dievaluasi.

Pola *Over Estimation* AUCP ini konsisten dengan temuan Saputra et al. [7], yang dalam perbandingan AUCP dengan Re-UCP pada sistem informasi reservasi ruang menemukan AUCP menghasilkan estimasi lebih tinggi secara sistematis (+549,6 jam-orang). Jørgensen [18] menegaskan bahwa model yang terlalu complex (*hyperparameter* berlebih) rentan menghasilkan *overfitting* terhadap konteks data pelatihan aslinya, sehingga performanya menurun pada kasus di luar asumsi tersebut. Hal ini menjelaskan mengapa AUCP yang sangat akurat pada proyek berbasis web EUD justru menghasilkan *overestimation* pada proyek mobile enterprise tanpa EUD.

Penelitian ini berkontribusi pada kerangka pemilihan metode estimasi yang lebih operasional: F-UCP lebih sesuai untuk proyek mobile enterprise dengan pengembangan terpusat oleh tim IT dan banyak use case di zona batas kompleksitas (2–4 transaksi), sedangkan AUCP lebih relevan untuk proyek yang melibatkan pengguna akhir untuk mengkonfigurasi atau mengembangkan bagian sistem [15][8]. Ardiansyah et al. [19] menyarankan bahwa akurasi UCP dapat ditingkatkan lebih lanjut melalui optimasi bobot dengan algoritma metaheuristik, seperti Firefly Algorithm yang mengungguli PSO sebesar 4% — penelitian lanjutan dapat mengeksplorasi integrasi pendekatan ini dengan FUCP untuk meningkatkan adaptivitasnya terhadap konteks proyek yang beragam. Keterbatasan penelitian ini pada satu studi kasus menegaskan perlunya validasi lintas proyek [5] sebagaimana disarankan dalam agenda penelitian masa depan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini membandingkan akurasi Fuzzy Use Case Point (F-UCP) dan Advance Use Case Point (AUCP) pada proyek pengembangan aplikasi mobile enterprise ASSIST menggunakan MRE sebagai metrik evaluasi. Tiga kesimpulan utama diperoleh:

Pertama, F-UCP menghasilkan estimasi 1.746 jam dengan MRE 6,59%, mendekati actual effort 1.638 jam dan berada jauh di bawah ambang penerimaan 25%. Logika fuzzy Mamdani secara efektif mengatasi *cliff effect* kategorisasi diskrit UCP konvensional terutama bagi use case dengan 2–4 transaksi yang mendominasi proyek ASSIST menghasilkan bobot kontinu yang lebih representatif.

Kedua, AUCP menghasilkan estimasi 2.159,46 jam dengan MRE 31,84%, menunjukkan *overestimation* yang signifikan. Faktor EUD (koefisien neto = 1,19) menginflasi estimasi secara tidak proporsional karena ASSIST tidak melibatkan kustomisasi aktif oleh pengguna akhir. Ini membuktikan bahwa model dengan dimensi tambahan tidak selalu lebih akurat bila dimensi tersebut tidak relevan dengan konteks proyek.

Ketiga, penelitian ini memberikan panduan praktis berbasis bukti: F-UCP lebih sesuai untuk proyek mobile enterprise dengan pengembangan terpusat oleh tim IT, sementara AUCP lebih relevan untuk proyek dengan keterlibatan aktif pengguna akhir dalam pengembangan sistem. Penelitian lanjutan disarankan untuk memvalidasi temuan ini pada beragam domain proyek dan mengeksplorasi integrasi F-UCP dengan teknik optimasi bobot berbasis metaheuristik.

Daftar Pustaka

- [1] T. B. Bono and A. S. M. Lumenta, “ANALISIS ESTIMASI PROYEK PERANGKAT LUNAK Bambang,” *J. Tek. Inform.*, pp. 1–8, 2022.
- [2] M. L. Haryanti, “Kajian Literatur: Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keberhasilan Manajemen Proyek Agile pada Bidang IT,” *Nuansa Inform.*, vol. 18, no. 1, pp. 75–84, 2024, doi: 10.25134/ilkom.v18i1.76.
- [3] G. Karner, “Resource estimation for objectory projects,” *Object. Syst. SF AB*, pp. 1–9, 1993, [Online]. Available: http://si.lopesgazzani.com.br/docentes/marcio/gcm/p_Karner_ResourceEstimationForObjectoryProjects.pdf
- [4] T. A. Pratama and M. S. Hasibuan, “Penggunaan Use Case dan Use Case Point dalam Pengembangan Sistem E-commerce UKM,” *J. Infortech*, vol. 5, no. 2, pp. 190–195, 2024, doi:

- 10.31294/infortech.v5i2.20839.
- [5] Y. Mahmood, N. Kama, and A. Azmi, "A systematic review of studies on use case points and expert-based estimation of software development effort," *J. Softw. Evol. Process*, vol. 32, no. 7, pp. 1–20, 2020, doi: 10.1002/smr.2245.
- [6] S. Nurul Qudsiyah and H. Yuliansyah, "Pengembangan aplikasi estimasi waktu dan biaya dengan metode use case point yang diintegrasikan pada scrum project management," *J. Sarajan Tek. Inform.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–14, 2019, [Online]. Available: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- [7] M. C. Saputra *et al.*, "Perbandingan Antara Metode Advance Use Case Point Dan Revised Use Case Point Untuk Evaluasi Biaya Pengembangan Sistem Informasi Reservasi Ruang," *Jurnan Tek. Inform. Dan Sist. Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 69–76, 2020, doi: 10.25126/jtiik.201961329.
- [8] P. Jayadi, A. C. Aria Bima, Y. P. Yudha, and Kelik Sussolaikah, "End User Development pada Use Case Point untuk peningkatan Estimasi Perangkat Lunak," *Tematik*, vol. 10, no. 1, pp. 74–82, 2023, doi: 10.38204/tematik.v10i1.1289.
- [9] L. A. Zadeh, "Fuzzy Sets," *Inf. Control*, vol. 8, pp. 338–353, 1965.
- [10] E. H. Mamdani and S. Assilian, "An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller," *Int. J. Man. Mach. Stud.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–13, 1975, doi: 10.1016/S0020-7373(75)80002-2.
- [11] A. B. Nassif, L. F. Capretz, and D. Ho, "Estimating software effort based on use case point model using Sugeno Fuzzy Inference System," *Proc. - Int. Conf. Tools with Artif. Intell. ICTAI*, pp. 393–398, 2011, doi: 10.1109/ICTAI.2011.64.
- [12] R. Khalida, T. M. Kusuma, and K. F. Ramdhania, "Fuzzy Use Case Points as a Basis for Effort Estimation," *PIKSEL Penelit. Ilmu Komput. Sist. Embed. Log.*, vol. 11, no. 1, pp. 181–196, 2023, doi: 10.33558/piksel.v11i1.6941.
- [13] M. Azzeh, A. Bou Nassif, and I. B. Attili, "Predicting software effort from use case points: A systematic review," *Sci. Comput. Program.*, vol. 204, p. 102596, 2021, doi: 10.1016/j.scico.2020.102596.
- [14] A. S. Karim, A. Firdha, and A. S. Al-Rafi, "Implementasi Aplikasi Absensi Karyawan Berbasis Mobile Pada IIB Darmajaya 1,2,*3," vol. 19, no. x, pp. 567–577, 2025.
- [15] A. Srivastava, S. K. Singh, and S. Q. Abbas, *Performance measure of the proposed cost estimation model: Advance use case point method*, vol. 742. Springer Singapore, 2018. doi: 10.1007/978-981-13-0589-4_21.
- [16] M. Hariyanto *et al.*, "Estimasi Proyek Pengembangan Perangkat Lunak Dengan Fuzzy Use Case Points," *J. Softw. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 54–63, 2015.
- [17] B. Boehm, C. Abts, and S. Chulani, "Software development cost estimation approaches — A survey," *Ann. Softw. Eng.*, vol. 10, pp. 177–205, 2000, doi: doi.org/10.1023/A:1018991717352.
- [18] M. Jørgensen, "Experience With the Accuracy of Software Maintenance Task Effort Prediction Models," *IEEE Trans. Softw. Eng.*, vol. 21, no. 8, pp. 674–681, 1995, doi: 10.1109/32.403791.
- [19] Ardiansyah, M. I. Zulfa, A. Tarmuji, and F. H. Jabbar, "Optimization of use case point through the use of metaheuristic algorithm in estimating software effort," *Int. J. Adv. Intell. Informatics*, vol. 10, no. 1, pp. 109–130, 2024, doi: 10.26555/ijain.v10i1.1298.
- [20] S. . Conte, H. . Dunsmore, and V. . Shen, *Software engineering metrics and models*. Menlo Park, CA. : Benjamin/Cummings Pub. Co., 1986. doi: x.



ZONAsi: Jurnal Sistem Informasi

Is licensed under a [Creative Commons Attribution International \(CC BY-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)