# Estimasi Proyek Pengembangan Perangkat Lunak dengan Fuzzy Use Case Points

Muhadi Hariyanto
*Program Studi Sistem Informasi, STMIK Nusa Mandiri*
*muhadi.mho@nusamandiri.ac.id*

Romi Satria Wahono
*Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro*
*romi@romisatriawahono.net*

*Abstract:* Perangkat lunak memegang peranan penting agar sebuah komputer atau sistem dapat digunakan, sehingga dibutuhkan manajemen proyek dalam pengembangan perangkat lunak dan salah satu prosesnya adalah melakukan estimasi agar perangkat lunak yang dihasilkan sesuai dengan jadwal dan biaya yang telah ditentukan. Metode use case points banyak dipakai terutama untuk aplikasi yang berbasis obyek, tetapi ditemukan beberapa kelemahan berupa ketidakpastian faktor biaya dan penentuan klasifikasi use case memiliki beda nilai cukup tinggi yang mengakibatkan hasil estimasi kurang akurat. Metode use case points dimodifikasi dengan menambahkan logika fuzzy sehingga menjadi metode fuzzy use case points, komponen yang dimodifikasi yaitu pada penilaian klasifikasi use case. Modifikasi yang dilakukan berupa penentuan nilai use case berdasarkan jumlah transaksi. Dari hasil percobaan yang dilakukan, nilai effort dari metode ini lebih akurat atau mendekati effort aktual. Peningkatan akurasi metode ini mencapai 6 sampai 10%.

*Keywords*: estimasi proyek software, fuzzy use case point

## 1. PENDAHULUAN

Perangkat lunak merupakan abstraksi fisik yang memungkinkan kita untuk berbicara dengan mesin perangkat keras (Langer, 2008). Tanpa adanya perangkat lunak, maka perangkat keras yang telah diciptakan tidak akan dapat berguna atau berfungsi dengan optimal.

Untuk menghasilkan perangkat lunak yang berkualitas, dalam pengembangannya perlu adanya manajemen proyek dengan mengikuti pola SDLC (*Software Development Life Cycle*). Salah satu kegiatannya adalah melakukan estimasi. Metode estimasi yang dapat digunakan *Simply Method (Industri Information Based)* (Dennis, 2005), *Function Points Approach* (Albrecht, 1979), dan *Use Case Points* (Karner, 1993).

Penggunaan metode *use case points* memberikan perkiraan *effort* mendekati perkiraan sebenarnya yang dihasilkan oleh pengembang perangkat lunak berpengalaman (Anda, 2002). Ini menandakan pengalaman tim proyek akan mempengaruhi tingkat akurasi estimasi yang dilakukan. *Use case points* juga memiliki kelemahan berupa ketidakpastian faktor biaya dan penentuan klasifikasi yang memiliki beda nilai pengali cukup tinggi (Fan, 2009). Keterbatasan atau kelemahan yang akan mempengaruhi keakuratan estimasi yaitu adanya perbedaan nilai pengali cukup tinggi dari level kompleksitas tiap *use case* (Nassif, 2010).

Estimasi proyek perangkat lunak dengan menggunakan *use case points* mudah digunakan tetapi menjadi kurang akurat karena penentuan kompleksitas *use case* dianggap bersifat linier bila dilihat dari jumlah transaksi setiap *use case*. Sebagai alternatif, digunakan *fuzzy use case points* yang merupakan modifikasi dari *use case points* yaitu dengan menambahkan atau memodifikasi nilai pengali dari klasifikasi jumlah transaksi yang ada di *use case* dengan menggunakan logika *fuzzy*.

## 2. PENELITIAN TERKAIT

Mohammed Wajahat Kamal dan Moataz A. Ahmed melakukan perbandingan metode penghitungan *effort* dalam proyek pengembangan perangkat lunak di tahun 2011. Latar belakang masalah yang mendasari mereka melakukan penelitian tersebut karena terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan untuk menghitung estimasi *effort* di awal proyek, tetapi akan sulit dilakukan karena data awal kurang akurat dan kurang detail. Mereka melakukan perbandingan beberapa metode, yaitu: *Use Case Points, Transactions, Paths, Extended Use Case Points, UCPm, Adapted Use Case Points, Use Case Size Points, Fuzzy Use Case Points, Simplified Use Case Points,* dan *Industrial use of Use Case Points*. Dari hasil pengujian metode yang ada, ternyata *Fuzzy Use Case Points* mampu menangani informasi yang tidak atau kurang tepat dan transparansi.

Mohammad Saber Iraji, Majid Aboutalebi dan Homayun Motameni di tahun 2011 melakukan penelitian untuk menemukan metode yang secara otomatis dapat menentukan tingkat kompleksitas *use case* pada saat melakukan estimasi *effort* dengan menggunakan *use case points*. Latar belakang masalah yang mendasari karena metode *use case points* memiliki kelemahan berupa ketidakpastian dari faktor biaya dan penentuan klasifikasinya kurang detail. Metode yang disarankan oleh mereka adalah menggunakan *Neuro Fuzzy Use Case Points* (NFUCP), dan dari hasil pengujian menunjukkan kalau memang pengolahan data dengan menggunakan NFUCP lebih akurat dan mendekati *actual effort* dari pengembangan sebuah perangkat lunak.

Ali Bou Nasif, Luiz Fernando Capretz dan Danny Ho melakukan penelitian untuk meningkatkan keakuratan estimasi metode *Use Case Points* dengan teknik *Soft Computing* di tahun 2010. Latar belakang penelitian karena identifikasi dari *International Society of Parametrics Analysis* dan *The Standish Group International* bahwa estimasi yang jelek sebagai salah satu penyebab dari kegagalan pengembangan perangkat lunak. Mereka melakukan modifikasi *Use Case Points* dengan *Fuzy Logic*

untuk menghitung faktor kompleksitas *Use Case* dan menggunakan *Neural Network* untuk memetakan data input berupa *use case* dan aktor yang terlibat. Dari pengujian yang mereka lakukan, optimasi *Use Case Points* dengan *Fuzzy Logic* dan *Neural Network* meningkatkan keakuratan sampai 22% pada beberapa proyek.

## 3. LANDASAN TEORI

### 3.1 Use Case Points

*Use case* adalah cara formal yang menggambarkan bagaimana sebuah sistem bisnis berinteraksi dengan lingkungannya (Dennis, 2005). *Use Case Points* dikembangkan oleh Gustav Karner di tahun 1993 (Karner, 1993). Untuk melakukan estimasi proyek menggunakan *use case points*, dibuat dahulu sebuah *use case diagram*. Kemudian klasifikasikan aktor sesuai Tabel 1. Hasil perkalian jumlah aktor sesuai klasifikasi aktor disebut *Unadjusted Actor Weight* (UAW).

Tabel 1. *Unadjusted Actor Weighting Table* [2]

| *Actor Type* | *Description* | *Weighting Factor* |
|---|---|---|
| *Simple* | *External System with well-defined API* | 1 |
| *Average* | *External system using a protocol based interface* | 2 |
| *Complex* | *Human* | 3 |

Selain aktor, setiap *use case* diklasifikasikan berdasarkan jumlah transaksinya. Hasil perhitungan jumlah *use case* dan klasifikasinya disebut *Unadjusted Use Case Weight (UUCW)*.

Tabel 2. *Unadjusted Use Case Weighting Table* [2]

| *Use Case* | *Description (Transactions)* | *Weighting Factor* |
|---|---|---|
| *Simple* | 1 – 3 | 5 |
| *Average* | 4 – 7 | 10 |
| *Complex* | > 7 | 15 |

Nilai UAW dan UUCW dijumlahkan menjadi nilai *Unadjusted Use Case Points (UUCP)*. Selain klasifikasi aktor dan *use case*, ada dua jenis faktor yang akan dihitung yaitu *Technical Complexity Factor* dan *Environmental Factor*. Setiap faktor memiliki beban atau nilai pengali yang berbeda-beda. Nilai awal yang diberikan untuk tiap faktor berkisar dari 0 – 5 dengan kriteria diberi nilai 0 apabila faktor tersebut tidak relevan dan 5 jika sangat penting. Sedangkan bila faktor tidak penting dan tidak relevan maka diberi nilai 3.

Tabel 3. *Technical Complexity Factors Table* [2]

| *No* | *Description* | *Weight* |
|---|---|---|
| $T_1$ | *Distributed Systems* | 2.0 |
| $T_2$ | *Response time or throughput performance objectives* | 1.0 |
| $T_3$ | *End-user online efficiency* | 1.0 |
| $T_4$ | *Complex internal proccesing* | 1.0 |
| $T_5$ | *Reusability of code* | 1.0 |
| $T_6$ | *Easy to install* | 0.5 |
| $T_7$ | *Ease of use* | 0.5 |
| $T_8$ | *Portability* | 2.0 |
| $T_9$ | *Ease of change* | 1.0 |
| $T_{10}$ | *Concurrency* | 1.0 |
| $T_{11}$ | *Special security objectives included* | 1.0 |
| $T_{12}$ | *Direct access for third parties* | 1.0 |
| $T_{13}$ | *Special user training required* | 1.0 |

Tabel 3 digunakan untuk menghitung nilai *Technical Complexity Factor (TCF)* dengan rumus:

$$TCF = 0.6 + \left(0.01 \sum_{i=1}^{13} F_i * W_i\right)$$

Tabel 4. *Environmental Factors Table* [2]

| *No* | *Description* | *Weight* |
|---|---|---|
| $E_1$ | *Familiarity with system development process being used* | 1.5 |
| $E_2$ | *Application experience* | 0.5 |
| $E_3$ | *Object-oriented experience* | 1.0 |
| $E_4$ | *Lead analyst capability* | 0.5 |
| $E_5$ | *Motivation* | 1.0 |
| $E_6$ | *Requirements stability* | 2.0 |
| $E_7$ | *Part time staff* | -1.0 |
| $E_8$ | *Difficulty of programming language* | -1.0 |

Tabel 4 digunakan untuk menghitung nilai *Environmental Factor (EF)* dengan rumus:

$$EF = 1.4 + \left(-0.03 \sum_{i=1}^{8} F_i * W_i\right)$$

Nilai UUCP, TCF dan EF digunakan untuk menghitung UCP atau *Unadjusted Case Points* dengan rumus:

$$UCP = UUCP * TCF * EF$$

Hasil UCP sudah menggambarkan ukuran dari sistem yang akan dibuat, langkah selanjutnya menghitung berapa banyak *effort* atau tenaga yang dibutuhkan. Nilai *effort* dapat diketahui dari hasil UCP dibagi dengan nilai PHM (*Person Hour Multiplier*). Nilai PHM diperoleh dengan aturan sebagai berikut:

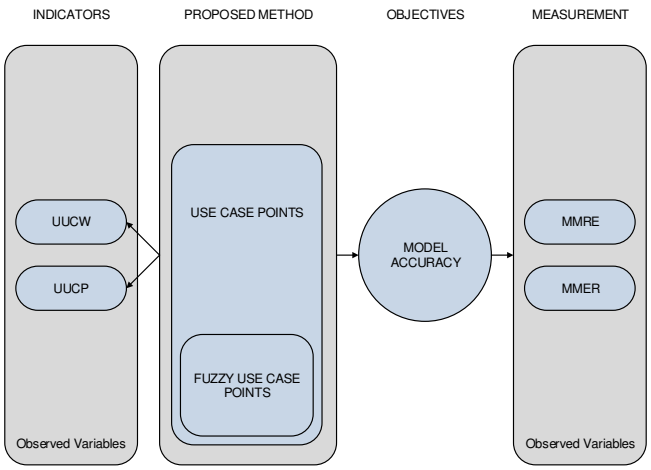
- $F_1$ = Jumlah $E_1$ sampai $E_6$ yang < 3
- $F_2$ = Jumlah $E_7$ sampai $E_8$ yang > 3
- Jika $F_1 + F_2$ <= 2 maka PHM = 20
- Jika $F_1 + F_2$ = 3 atau 4 maka PHM = 28
- Jika $F_1 + F_2$ > 4 maka proyek harus dibatalkan

### 3.2 Fuzzy Logic

Konsep logika *fuzzy* diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Zadeh dari Universitas California di Berkeley pada 1965, dipresentasikan bukan sebagai metodologi kontrol, tetapi sebagai suatu cara pemrosesan data dengan memperkenankan penggunaan *partial set membership* dibanding *crisp set membership*.

## 4 METODE PENELITIAN

Kerangka pemikiran penelitian ini, seperti ditampilkan dalam Gambar 1, dimulai dari prediksi *effort* dalam proyek perangkat lunak. Penelitian ini menggunakan data enam *project*. Metode yang diusulkan adalah menggunakan *use case points* yang dimodifikasi dengan bantuan logika *fuzzy*.

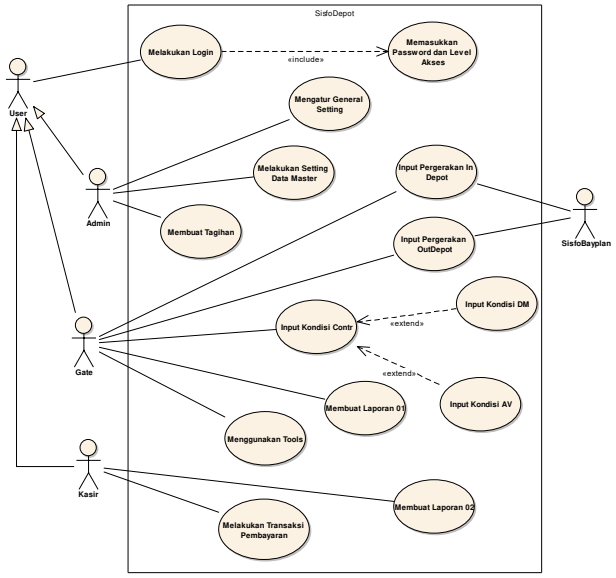



Gambar 1. Kerangka Pemikiran Penelitian

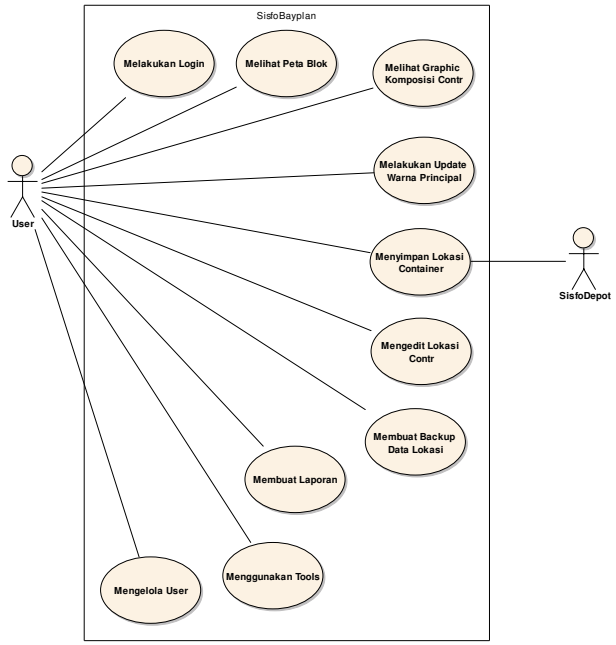
Data dalam penelitian ini diperoleh dengan menggunakan teknik wawancara ke *programmer* dari proyek perangkat lunak yang sedang atau sudah selesai dikerjakan. Data yang didapat berupa *use case metrics* dari enam proyek perangkat lunak.

Semua proyek memiliki *effort* aktual dalam satuan *hours*, nilai *effort* tersebut merupakan jumlah waktu yang diperlukan oleh *programmer* dalam menyelesaikan proyeknya, mulai dari tahap *planning, analysis, design*¸ dan *implementation*. Berikut ini diagram *use case* dari enam proyek yang dijadikan bahan penelitian.

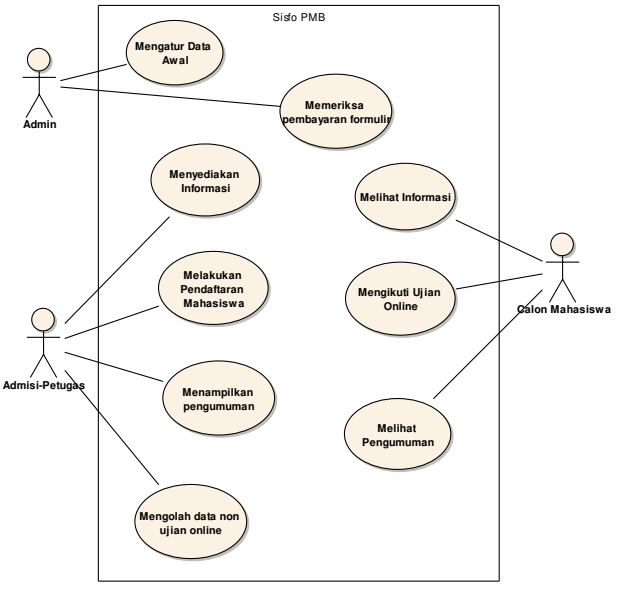

Gambar 2. Diagram *Use Case* Sistem Informasi Sekolah



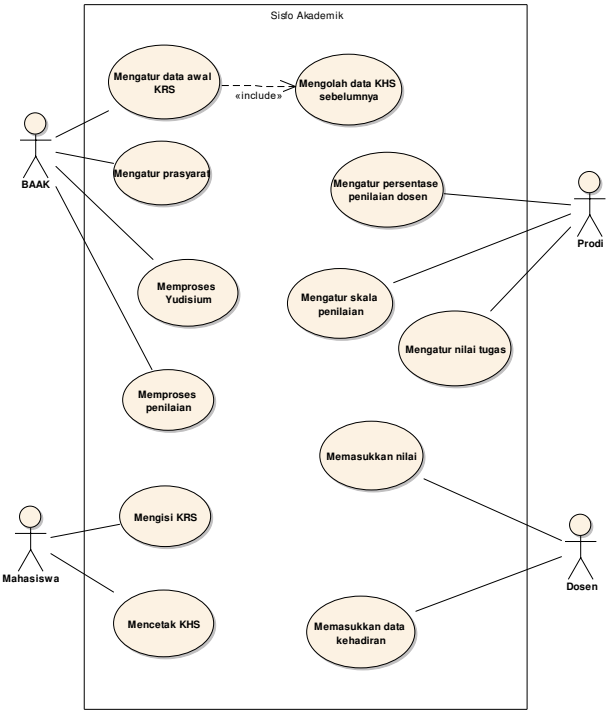

Gambar 3. Diagram *Use Case* Sistem Informasi Depot



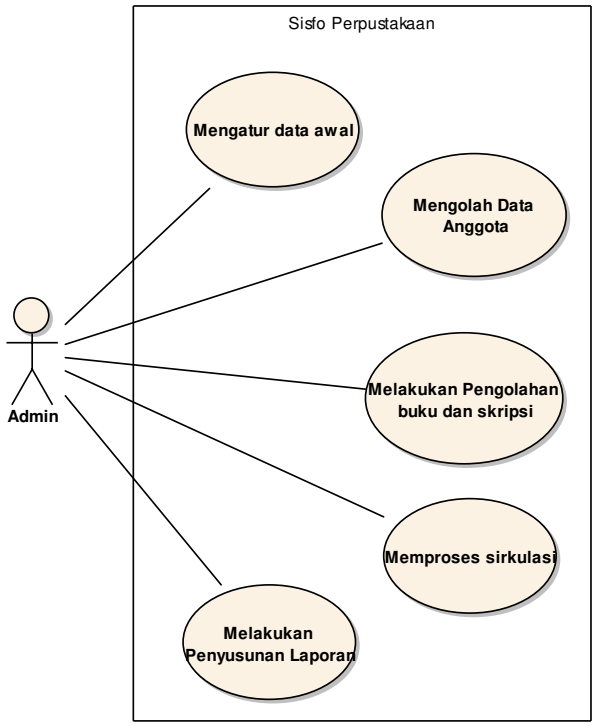

Gambar 4. Diagram *Use Case* Sistem Informasi Bayplan




Gambar 5. Diagram *Use Case* Sistem Informasi Penerimaan Mahasiswa Baru




Gambar 6. Diagram *Use Case* Sistem Informasi Akademik




Gambar 7. Diagram *Use Case* Sistem Informasi Perpustakaan

## 5 METODE YANG DIUSULKAN

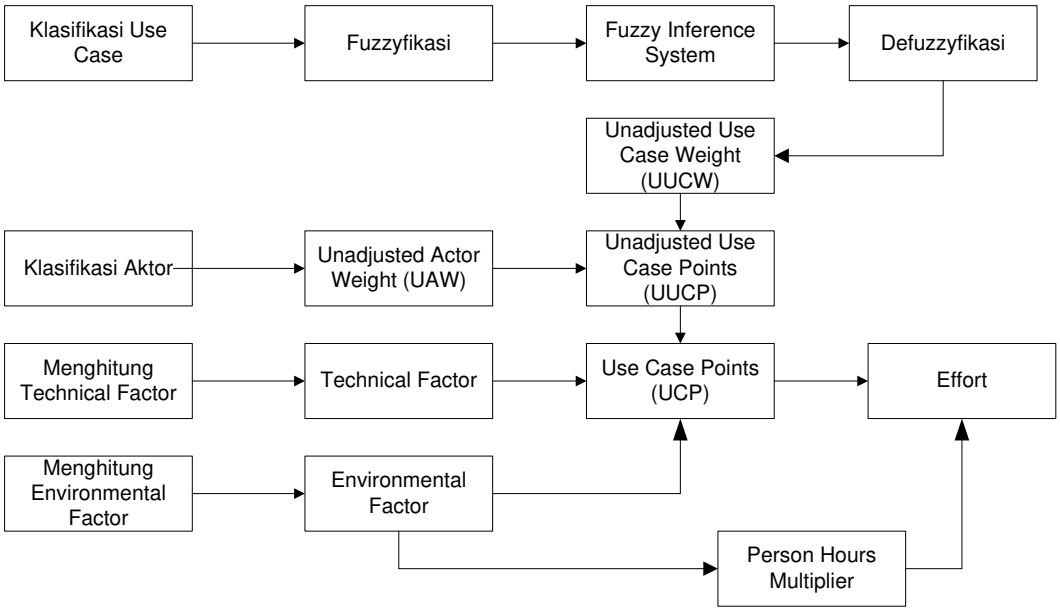
Metode yang diusulkan adalah dengan menyempurnakan menghitung kompleksitas *use case* dengan menggunakan *fuzzy inference system* metode Mamdani karena memiliki keuntungan lebih intuitif, memiliki penerimaan luas dan cocok untuk *input* manusia (Sivanandam, 2007). Sehingga dengan demikian, *fuzzy inference system* yang dibuat menjadi lebih mudah dalam penggunaan dan pembacaan hasilnya.

Logika *fuzzy* yang dibuat menggunakan representasi kurva segitiga karena bentuk kurva segitiga lebih sederhana dalam penentuan dan mudah divisualisasikan, selain itu dalam pemodelan sistem dinamis dengan menggunakan fungsi segitiga dapat memperkirakan perilaku atau nilai yang hampir presisi di setiap tingkat (Cox, 1994). Variabel masukan terdiri dari tiga kurva segitiga untuk memasukkan jumlah transaksi dari setiap *use case*. Variabel keluaran terdiri dari tiga kurva segitiga yang menghasilkan nilai pengali dari tiap *use case*.

Gambar 8 menunjukkan ada empat kategori data yang digunakan sebagai masukan dalam menghitung estimasi dan akan menghasilkan satu keluaran berupa *effort*. Hanya satu kategori yaitu klasifikasi aktor yang menggunakan *fuzzy inference system*, sedangkan kategori yang lain diolah sesuai dengan metode *use case points*.

Penelitian menggunakan model eksperimen yang menyelidiki hubungan kausal menggunakan data yang dikendalikan sendiri oleh peneliti. *Fuzzy inference system* yang dibuat hanya terdiri dari satu variabel masukan dan satu variabel keluaran dengan menggunakan representasi kurva segitiga.

Klasifikasi *use case* dengan menggunakan metode *use case points* dikelompokkan menjadi tiga yaitu *simple*, *average* dan *complex*. Pada metode yang diusulkan dan hasil pengujian metode diperoleh klasifikasi kompleksitas *use case* menjadi 12 kelompok dengan asumsi jumlah maksimal transaksi pada setiap *use case* adalah 12 transaksi.




Gambar 8. Metode yang Diusulkan

Tabel 5. Perbandingan Nilai Klasifikasi *Use Case*

| Transaksi di *use case* | Nilai metode *use case* | Nilai *fuzzy use case* |
|---|---|---|
| 1 | 5 | 5,00 |
| 2 | 5 | 5,00 |
| 3 | 5 | 6,45 |
| 4 | 10 | 7,50 |
| 5 | 10 | 8,55 |
| 6 | 10 | 10,00 |
| 7 | 10 | 11,40 |
| 8 | 15 | 12,50 |
| 9 | 15 | 13,60 |
| 10 | 15 | 15,00 |
| 11 | 15 | 15,00 |
| 12 | 15 | 15,00 |

Metode yang diusulkan pada penelitian ini adalah dengan menerapkan logika *fuzzy* yang digunakan untuk menentukan nilai pengali dari pengklasifikasian *use case* sehingga didapat nilai yang lebih bervariatif dan menghasilkan nilai effort yang lebih mendekati nilai effort sebenarnya.

Penelitian ini menggunakan dua metode untuk membandingkan nilai *effort*, yaitu *Mean Magnitude of Relative Error* (MMRE) yang merupakan kriteria yang sangat umum digunakan untuk mengevaluasi model estimasi *effort* perangkat lunak (Briand, 1998). Nilai MMRE merupakan nilai rata-rata dari sejumlah nilai MRE yang didapat dengan rumus:

$$\boldsymbol{MRE_i = \frac{|Actual\ Effort_i - Predicted\ Effort_i|}{Actual\ Effort_i}}$$

Metode kedua adalah *Mean Magnitude of Error Relative* (MMER) sebagai alternatif metode lain untuk mengevaluasi model estimasi *effort* perangkat lunak (Kitchenham, 2001). Nilai MMER merupakan nilai rata-rata dari sejumlah nilai MER yang didapat dengan rumus:

$$\boldsymbol{MER_i = \frac{|Actual\ Effort_i - Predicted\ Effort_i|}{Predicted\ Effort_i}}$$

Ketika menggunakan MMRE dan MMER untuk evaluasi, hasil yang bagus ditunjukkan dengan nilai yang rendah. Terkadang hasil dari MMRE dan MMER kurang akurat sehingga perlu ditambah dengan *Mean Error with Standard Deviation* (Nassif, 2010). Langkah pertama mencari nilai rerata error setiap metode dengan rumus:

$$\boldsymbol{\overline{x} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i}$$

Dimana

$$\boldsymbol{x_1 = (Actual\ Effort_i - Predicted\ Effort_i)}$$

Nilai deviasi diperoleh dengan rumus:

$$\boldsymbol{SD = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(x_i - \overline{x})^2}}$$

Sedangkan nilai *Mean Error with Standard Deviation* didapat dengan rumus: $\boldsymbol{\overline{x} \pm SD}$

## 6 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 6.1 Eksperimen dan Pengujian Metode

#### 6.1.1 Metode *Use Case*

*Use case diagram* yang terdiri dari *use case* dan aktor mengggambarkan apa yang dapat dikerjakan oleh sistem. Sebagai contoh pengujian, diambil data salah satu proyek perangkat lunak yaitu aplikasi Sistem Informasi Depot.

Dari Gambar 3, diketahui terdapat lima aktor dan 14 *use case*. Tahapan yang dilakukan:

1. Klasifikasikan aktor yang terlibat untuk menghasilkan nilai *Unadjusted Actor Weight* (UAW).

Tabel 6. *Unadjusted Actor Weighting Table*

| *Actor Type* | *Description* | *Weighting Factor* | *Number* | *Result* |
|---|---|---|---|---|
| *Simple* | *External System with well-defined API* | 1 | -- | -- |
| *Average* | *External system using a protocol based interface* | 2 | 1 | 2 |
| *Complex* | *Human* | 3 | 4 | 12 |
| *Unadjusted Actor Weight Total* (UAW) | | | | 14 |

2. Klasifikasikan *use case* yang ada di *use case* diagram untuk menghasilkan nilai *Unadjusted Use Case Weighting* (UUCW)

Tabel 7. *Unadjusted Use Case Weighting Table*

| *Use Case Type* | *Description* | *Weighting Factor* | *Number* | *Result* |
|---|---|---|---|---|
| *Simple* | 1 – 3 *transactions* | 5 | 6 | 30 |
| *Average* | 4 – 7 *transactions* | 10 | 3 | 30 |
| *Complex* | > 7 *transactions* | 15 | 5 | 75 |
| *Unadjusted Use Case Weight Total* (UUCW) | | | | 135 |

3. Nilai UAW dan UUCW dijumlahkan menjadi nilai *Unadjusted Use Case Points* (UUCP), sehingga UUCP dari aplikasi tersebut adalah 149.
4. Menghitung nilai faktor teknik untuk memperoleh nilai *Technical Complexity Factor* (TCF).

Tabel 8. *Technical Complexity Factors Table*

| *Factor Number* | *Description* | *Weight* | *Assigned Value (0–5)* | *Weighted Value* |
|---|---|---|---|---|
| $T_1$ | *Distributed Systems* | 2,0 | 5 | 10,0 |
| $T_2$ | *Response time or throughput performance objectives* | 1,0 | 4 | 4,0 |
| $T_3$ | *End-user online efficiency* | 1,0 | 4 | 4,0 |
| $T_4$ | *Complex internal proccesing* | 1,0 | 4 | 4,0 |
| $T_5$ | *Reusability of code* | 1,0 | 2 | 2,0 |
| $T_6$ | *Easy to install* | 0,5 | 5 | 2,5 |
| $T_7$ | *Ease of use* | 0,5 | 3 | 1,5 |
| $T_8$ | *Portability* | 2,0 | 1 | 2,0 |
| $T_9$ | *Ease of change* | 1,0 | 3 | 3,0 |
| $T_{10}$ | *Concurrency* | 1,0 | 2 | 2,0 |
| $T_{11}$ | *Special security objectives included* | 1,0 | 2 | 2,0 |
| $T_{12}$ | *Direct access for third parties* | 1,0 | 5 | 5,0 |
| $T_{13}$ | *Special user training required* | 1,0 | 3 | 3,0 |
| *Technical Factor Value (TFactor)* | | | | 45,0 |

Rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai *Technical Complexity Factor*:

$$TCF = 0{,}6 + (0{,}01 * TFactor)$$
$$TCF = 0{,}6 + (0{,}01 * 45)$$
$$TCF = 1{,}05$$

5. Menghitung nilai faktor lingkungan untuk memperoleh nilai *Environmental Factor* (EF)

Tabel 9. Environmental Factor Table

| *Factor Number* | *Description* | *Weight* | *Assigned Value (0–5)* | *Weighted Value* |
|---|---|---|---|---|
| $E_1$ | *Familiarity with system development process being used* | 1,5 | 4 | 6,0 |
| $E_2$ | *Application experience* | 0,5 | 3 | 1,5 |
| $E_3$ | *Object-oriented experience* | 1,0 | 4 | 4,0 |
| $E_4$ | *Lead analyst capability* | 0,5 | 4 | 2,0 |
| $E_5$ | *Motivation* | 1,0 | 3 | 3,0 |
| $E_6$ | *Requirements stability* | 2,0 | 4 | 8,0 |
| $E_7$ | *Part time staff* | -1,0 | 0 | 0,0 |
| $E_8$ | *Difficulty of programming language* | -1,0 | 3 | -3,0 |
| *Environmental Factor Value (EFactor)* | | | | 21,5 |

Rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai *Environmental Factor*:

$$EF = 1{,}4 + (-0{,}03 * EFactor)$$
$$EF = 1{,}4 + (-0{,}03 * 21{,}5)$$
$$EF = 0{,}76$$

6. Nilai UUCP, TCF dan EF digunakan untuk menghitung nilai *Unadjusted Case Points* dengan rumus:
   $UCP = UUCP * TCF * EF$
   $UCP = 149 * 1{,}05 * 0{,}76$
   $UCP = 118{,}90$
7. Berdasarkan data di Tabel 9, dapat diketahui nilai *Person Hour Multiplier* (PHM) adalah 20.
8. *Effort* aplikasi didapat dengan menggunakan rumus:

$Effort = UCP * PHM$
$Effort = 118{,}90 * 20$
$Effort = 2.378$

Dari hasil penghitungan estimasi proyek perangkat lunak sistem informasi depot dengan menggunakan metode *use case points* diperoleh hasil *effort* adalah sebesar 2.378 jam. Hasil pengujian semua proyek yang ada dengan metode *use case points* dapat dilihat pada Gambar 10.

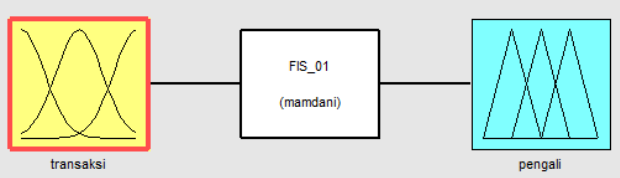
| No | Nama Proyek | UAW | UUCW | UUCP | TFactor | Efactor | UCP | PHM | Effort |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | PROYEK 01 - SISTEM INFORMASI SEKOLAH | 12.00 | 140.00 | 152.00 | 1.17 | 0.85 | 151.16 | 20 | 3023 |
| 2 | PROYEK 02 - SISTEM INFORMASI DEPOT | 14.00 | 135.00 | 149.00 | 1.05 | 0.76 | 118.90 | 20 | 2378 |
| 3 | PROYEK 03 - SISTEM INFORMASI BAYPLAN | 5.00 | 80.00 | 85.00 | 1.14 | 0.82 | 79.46 | 20 | 1589 |
| 4 | PROYEK 04 - SISTEM INFORMASI PENERIMAAN MAHASISWA BARU | 9.00 | 65.00 | 74.00 | 1.16 | 0.76 | 65.24 | 20 | 1305 |
| 5 | PROYEK 05 - SISTEM INFORMASI AKADEMIK | 12.00 | 135.00 | 147.00 | 1.09 | 0.85 | 136.20 | 20 | 2724 |
| 6 | PROYEK 06 - SISTEM INFORMASI PERPUSTAKAAN | 3.00 | 50.00 | 53.00 | 1.16 | 0.85 | 52.26 | 20 | 1045 |

Gambar 10. Hasil Pengujian dengan Metode Use Case Points

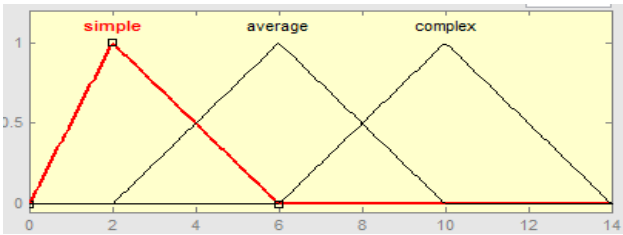
### 6.1.2 Metode *Fuzzy Use Case Points*

Metode *fuzzy use case points* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan modifikasi metode *use case points* dengan menggunakan logika *fuzzy* untuk memberikan nilai klasifikasi *use case*.

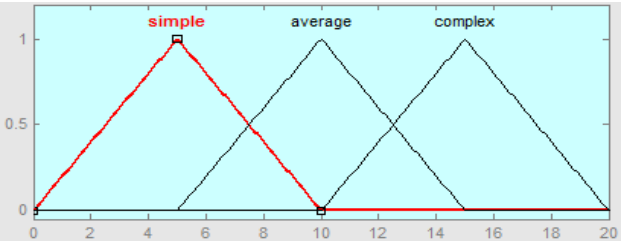
Logika *fuzzy* dibuat menggunakan *fuzzy inference system* metode Mamdani, terdiri dari variabel masukan dan keluaran yang masing-masing terdiri dari tiga kurva segitiga.




Gambar 11. FIS Metode Mamdani




Gambar 12. Variabel Masukan




Gambar 13. Variabel Keluaran

Logika *fuzzy* yang dibuat juga memerlukan pengaturan rules sebagai berikut:
*If* transaksi *is simple then* pengali *is simple*
*If* transaksi *is average then* pengali *is average*
*If* transaksi *is complex then* pengali *is complex*

Dari hasil pengujian logika dengan memberikan nilai masukan berupa jumlah transaksi akan menghasilkan nilai pengali sesuai Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Keluaran Logika Fuzzy

| Nilai masukan (transaksi) | Nilai keluaran (pengali) |
|---|---|
| 1 | 5,00 |
| 2 | 5,00 |
| 3 | 6,45 |
| 4 | 7,50 |
| 5 | 8,55 |
| 6 | 10,00 |
| 7 | 11,40 |
| 8 | 12,50 |
| 9 | 13,60 |
| 10 | 15,00 |
| 11 | 15,00 |
| 12 | 15,00 |

### 6.2 Evaluasi dan Validasi Hasil

Dengan menggunakan data dari aplikasi yang sama, dilakukan penelitian untuk menghitung *effort* dengan menggunakan logika *fuzzy*. Tahapan yang dilakukan untuk menghitung *effort* dengan menggunakan logika *fuzzy* tidak banyak berbeda dengan metode *use case points*, yang membedakan hanya ketika mencari nilai *anadjusted use case weight*. Untuk menentukan nilai *unadjusted use case weight* menggunakan Tabel 10.

Nilai *UAW, TCF, EF* dan *PHM* menggunakan nilai yang diperoleh dengan metode *use case points*. Sedangkan nilai *UUCW* untuk aplikasi sistem informasi depot apabila menggunakan logika *fuzzy* tercantum pada Tabel 11.

Tabel 11. Klasifikasi *use case* dengan logika *fuzzy*

| No | *Use case* | Trans aksi | Nilai |
|---|---|---|---|
| 1 | Melakukan *login* | 1 | 5,00 |
| 2 | Memasukkan *password* dan level akses | 1 | 5,00 |
| 3 | Mengatur *general setting* | 2 | 5,00 |
| 4 | *Input* pergerakan *in* depot | 3 | 6,45 |
| 5 | *Input* pergerakan *out* depot | 5 | 8,55 |
| 6 | *Input* kondisi *contr* | 2 | 5,00 |
| 7 | *Input* kondisi DM | 8 | 12,50 |
| 8 | *Input* kondisi AV | 2 | 5,00 |
| 9 | Melakukan transaksi pembayaran | 8 | 12,50 |
| 10 | Membuat laporan 1 | 10 | 15,00 |
| 11 | Membuat laporan 2 | 10 | 15,00 |
| 12 | Melakukan konfigurasi data master | 10 | 15,00 |
| 13 | Menggunakan *tools* | 5 | 8,55 |
| 14 | Membuat tagihan | 7 | 11,40 |
| Nilai *unadjusted use case weight* | | | 129,95 |

Dari hasil pengujian diperoleh nilai *UUCW* adalah 129,95. Dengan data yang ada, nilai *UAW* adalah 14, sehingga nilai *UUCP* menjadi 143,95 dan nilai *UCP* 114,87.

Effort yang didapat dengan metode *fuzzy use case points* adalah 2.297 jam. Hasil lengkap pengujian dengan metode *fuzzy use case points* dapat dilihat pada Gambar 14.

| No | Nama Proyek | UAW | FUUCW | FUUCP | TFactor | Efactor | FUCP | PHM | Effort FUCP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | PROYEK 01 - SISTEM INFORMASI SEKOLAH | 12.00 | 123.90 | 135.90 | 1.17 | 0.85 | 135.15 | 20 | 2703 |
| 2 | PROYEK 02 - SISTEM INFORMASI DEPOT | 14.00 | 129.95 | 143.95 | 1.05 | 0.76 | 114.87 | 20 | 2297 |
| 3 | PROYEK 03 - SISTEM INFORMASI BAYPLAN | 5.00 | 67.50 | 72.50 | 1.14 | 0.82 | 67.77 | 20 | 1355 |
| 4 | PROYEK 04 - SISTEM INFORMASI PENERIMAAN MAHASISWA BARU | 9.00 | 63.60 | 72.60 | 1.16 | 0.76 | 64.00 | 20 | 1280 |
| 5 | PROYEK 05 - SISTEM INFORMASI AKADEMIK | 12.00 | 123.60 | 135.60 | 1.09 | 0.85 | 125.63 | 20 | 2513 |
| 6 | PROYEK 06 - SISTEM INFORMASI PERPUSTAKAAN | 3.00 | 47.05 | 50.05 | 1.16 | 0.85 | 49.35 | 20 | 987 |

Gambar 14. Hasil Pengujian dengan Metode *Fuzzy Use Case Points*

## 6.3 Pembahasan

Semua data *use case metrics* dari enam aplikasi dihitung dengan menggunakan metode *use case points* dan *fuzzy use case points* sehingga diperoleh data *effort* untuk setiap aplikasi. *Effort* sesungguhnya dibandingkan dengan *effort* dari metode *use case points* dan *fuzzy use case points* menggunakan rumus membandingkan nilai *effort* yaitu MMRE (Briand, 1998) dan MMER (Kitchenham, 2001) serta dilengkai pula dengan rumus *Mean Error with Standard Deviation* (Nassif, 2010).

Hasil perhitungan *effort* dari enam proyek perangkat lunak terlihat pada Gambar 15.

| No | Nama Proyek | Effort | | | MER | | MRE | | Error | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actual | UCP | FUCP | UCP | FUCP | UCP | FUCP | UCP | FUCP |
| 1 | PROYEK 01 - SISTEM INFORMASI SEKOLAH | 2200 | 3023 | 2703 | 0.27 | 0.19 | 0.37 | 0.23 | 823 | 503 |
| 2 | PROYEK 02 - SISTEM INFORMASI DEPOT | 2000 | 2378 | 2297 | 0.16 | 0.13 | 0.19 | 0.15 | 378 | 297 |
| 3 | PROYEK 03 - SISTEM INFORMASI BAYPLAN | 1000 | 1589 | 1355 | 0.37 | 0.26 | 0.59 | 0.36 | 589 | 355 |
| 4 | PROYEK 04 - SISTEM INFORMASI PENERIMAAN MAHASISWA BARU | 1200 | 1305 | 1280 | 0.08 | 0.06 | 0.09 | 0.07 | 105 | 80 |
| 5 | PROYEK 05 - SISTEM INFORMASI AKADEMIK | 2400 | 2724 | 2513 | 0.12 | 0.04 | 0.13 | 0.05 | 324 | 113 |
| 6 | PROYEK 06 - SISTEM INFORMASI PERPUSTAKAAN | 900 | 1045 | 987 | 0.14 | 0.09 | 0.16 | 0.10 | 145 | 87 |
| Rerata | | | | | 0.19 | 0.13 | 0.26 | 0.16 | 394.00 | 239.17 |
| Standar Deviasi | | | | | | | | | 249.25 | 158.52 |
| Improvement | | | | | +6% | | +10% | | | |

Gambar 15. Perbandingan Hasil Pengujian dengan Dua Metode

Dari hasil pengujian menghitung estimasi proyek perangkat lunak antara metode *use case point* dan *fuzzy use case point*, ditemukan perbedaan hasil yang mempengaruhi akurasi. Peningkatan akurasi mendekati *effort* aktual menggunakan *fuzzy use case points* sebesar 6% untuk MMER dan 10% bila menggunakan metode pengukuran MMRE. Rerata standar deviasi kesalahan metode *use case points* sebesar 394,00 $\pm$ 249,25 sedangkan metode *fuzzy use case points* sebesar 239,17 $\pm$ 158,52. Nilai rerata standar deviasi kesalahan metode *fuzzy use case points* lebih kecil bila dibandingkan dengan nilai metode *use case points*. Dengan demikian, dari tiga metode pengukuran dapat terlihat bila menghitung estimasi dengan logika *fuzzy* akan lebih mendekati *effort* aktual.

## 6.4 Tools

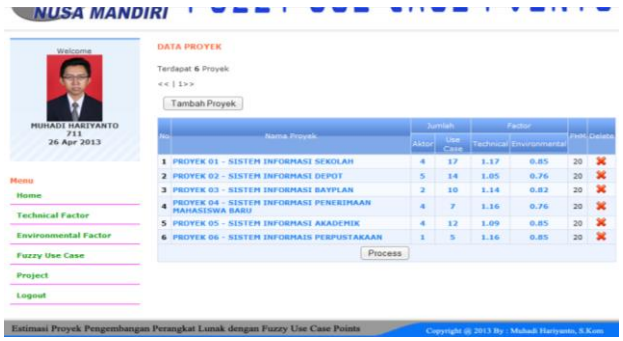
Dalam pengolahan data pada penelitian ini, penulis merancang sebuah aplikasi berbasis *web* dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP sebagai alat bantu untuk mempermudah dalam proses perhitungan *effort* yang menggunakan metode *use case points* dan *fuzzy use case points*.

Aplikasi ini hanya digunakan untuk menyimpan data *use case metrics* dari enam proyek perangkat lunak kemudian

diolah dengan rumus dari metode *use case points* dan *fuzzy use case points,* Agar aplikasi dapat menghitung dengan metode *fuzzy use case points*, maka hasil pengolahan *fuzzy inference system* di masukkan ke dalam sistem.

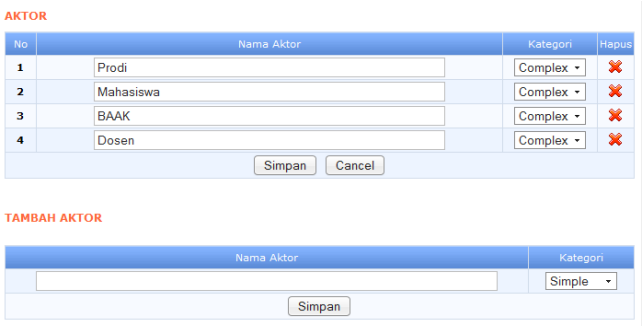

Gambar 16. Tampilan Awal Aplikasi


Gambar 17. Halaman *Fuzzy Use Case Points*




Gambar 18. Halaman Project


Gambar 19. Halaman Menambahkan Proyek Baru

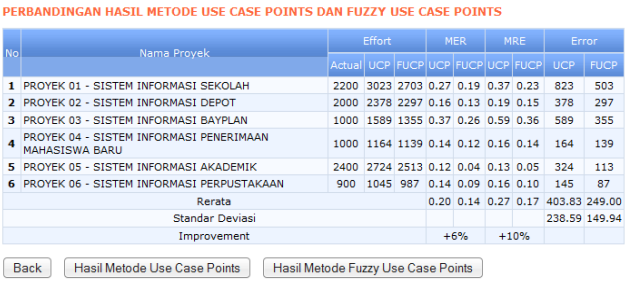



Gambar 20. Halaman Menambah dan Mengubah Data Aktor


Gambar 21. Halam Edit Nama dan Jumlah Transaksi Setiap *Use Case*


Gambar 22. Halaman Untuk Mengisi Nilai *Technical Factor*


Gambar 23. Halaman Untuk Mengisi Nilai *Environmental Factor*



PERBANDINGAN HASIL METODE USE CASE POINTS DAN FUZZY USE CASE POINTS

| No | Nama Proyek | Effort | | | MER | | MRE | | Error | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actual | UCP | FUCP | UCP | FUCP | UCP | FUCP | UCP | FUCP |
| 1 | PROYEK 01 - SISTEM INFORMASI SEKOLAH | 2200 | 3023 | 2703 | 0.27 | 0.19 | 0.37 | 0.23 | 823 | 503 |
| 2 | PROYEK 02 - SISTEM INFORMASI DEPOT | 2000 | 2378 | 2297 | 0.16 | 0.13 | 0.19 | 0.15 | 378 | 297 |
| 3 | PROYEK 03 - SISTEM INFORMASI BAYPLAN | 1000 | 1589 | 1355 | 0.37 | 0.26 | 0.59 | 0.36 | 589 | 355 |
| 4 | PROYEK 04 - SISTEM INFORMASI PENERIMAAN MAHASISWA BARU | 1000 | 1164 | 1139 | 0.14 | 0.12 | 0.16 | 0.14 | 164 | 139 |
| 5 | PROYEK 05 - SISTEM INFORMASI AKADEMIK | 2400 | 2724 | 2513 | 0.12 | 0.04 | 0.13 | 0.05 | 324 | 113 |
| 6 | PROYEK 06 - SISTEM INFORMASI PERPUSTAKAAN | 900 | 1045 | 987 | 0.14 | 0.09 | 0.16 | 0.10 | 145 | 87 |
| | Rerata | | | | 0.20 | 0.14 | 0.27 | 0.17 | 403.83 | 249.00 |
| | Standar Deviasi | | | | | | | | 238.59 | 149.94 |
| | Improvement | | | | +6% | | +10% | | | |

Back Hasil Metode Use Case Points Hasil Metode Fuzzy Use Case Points

Gambar 24. Halaman Hasil Proses *Use Case Metrics*

## 7 KESIMPULAN

Menghitung estimasi proyek pengembangan perangkat lunak dengan menggunakan metode *fuzzy use case points* memberikan kenaikan akurasi mendekati *effort* sebenarnya bila dibandingkan dengan menggunakan *use case points*. Kenaikan akurasi sebesar 6% bila menggunakan metode perhitungan MMER dan 10% dengan metode MMRE. Nilai standar deviasi kesalahan juga lebih kecil metode *fuzzy use case points* yaitu sebesar 239,17 $\pm$ 158,52. Sedangkan nilai standar deviasi kesalahan metode *use case points* sebesar 394,00 $\pm$ 249,25. Sehingga dapat disimpulkan bahwa estimasi menggunakan metode *fuzzy use case points* lebih mendekati *effort* sebenarnya dalam proses menghitung estimasi pengembangan perangkat lunak.

## DAFTAR REFERENSI


Anda, Bente., (2002). Comparing Effort Estimates Based on Use Case Points with Expert Estimates. *Empirical Assessment in Software Engineering (EASE 2002).*

Away, Gunaidi Abdia,.(2010). *The Shortcut of Matlab Programming*. Bandung: Informatika.

Albrecht, Allan J., (1979). Measuring Application Development Productivity. *Joint SHARE/GUIDE/IBM Appplication Development Symposium*.

Berndtssom, M., Hansson, J., Olsson, N., & Lundell, B. (2008). *A Guide for Students in Computer Science and Information Systems* (2nd ed). London: Springer.

Briand, Lionel C., Emam, Khaled El., Surmann, Dagmar., Wieczorek, Isabella., & Maxwell, Katrina D., (1998). An Assessment and Comparison of Common Software Cost Estimation Modeling Techniques. *International Software Engineering Research Network Technical Report ISERN-98-27*.

Cox, Earl., (1994). *The Fuzzy System Handbook (A Practitioner's Guide to Building, Using, and Maintaining Fuzzy Systems)*. Massachusetts: Academic Press, Inc.

Dennis, A., Wixom, B. H., & Tegarden, D., (2005). *System Analysis and Design with UML Version 2.0 An Object-Oriented Approach* (2nd ed). USA: John Wiley & Sons, Inc.

Dawson, C. W. (2009). *Projects in Computing and Information System A Student's Guide* (2nd ed). England: Addison-Wesley

Fan, Wang., Xiahou, Yang., Xiachun, Zhu., & Lu, Chen. (2009). Extended Use Case Points Method for Software Cost Estimation. *The Center of Technology and Business Innovation.*

Gray, D.E. (2004). *Doing Research in the Real World.* India: SAGE

Gustafson, David A. (2002). *Theory and Problems of Software Engineering*. USA: McGraw-Hill.

Iraji, Mohammad Saber., Aboutalebi, Majid., & Motameni, Homayun., (2012). Effort Estimate with Neuro Fuzzy Use Case Point Based on Exact Weights. *Progress in Computing Applications Volume 1 Number 1, March 2012*.

Langer, Arthur M. (2008). *Analysis and Design of Information Systems* (3rd ed). London: Springer

Lee, Kwang H, (2005). *First Course on Fuzzy Theory and Applications*. German: Springer.

Lily, John H., (2010). *Fuzzy Control and Identification.* New Jersey: John Wiley

Lughofer, Edwin. (2011). *Envolving Fuzzy Systems, Methodologies, Advanced Concepts and Applications*. German: Springer.

Kamal, Mohammed Wajahat., & Ahmed, Moataz A., (2011). A Proposed Framework for Use Case bassed Effort Estimation using Fuzzy Logic: Building upon the outcomes of a Systematic Literature Review. *International Journal on New Computer Architectures and Their Applications (IJNCAA) 1(4):976-999 The Society of Digital Information and Wireless Communications, 2011 (ISSN: 2220-9085).*

Karner, Gustav. (1993). Resource Estimation for Objectory Projects. *Objective Systems SF AB, Rational Software.*

Kitchenham, B.A., Pickard, L.M., MacDonell, S.G., & Shepperd, M.J., (2001). What accuracy statistics really measure. *IEE Proc-Softw., Vol. 148, No. 3, June 2001*.

Kothari, C. R. (2004). *Research Methodology Methodes and Technique* (2nd ed). India: New Age International

Kusumadewi, S., & Purnomo, H., (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan* (2nd ed). Yogyakarta: Graha Ilmu

Nassif, Ali Bou., Capretz, Luiz Fernaando., & Ho, Danny., (2010). Enhancing Use Case Points Estimation Method Using Soft Computing Techniques. *Journal of Global Research in Computer Science Volume 1, No. 4, November 2010*

Sivanandam, S.N., Sumathi, S., & Deepa, S.N., (2007). *Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB*. German: Springer.

Sommerville, Ian. (2007). *Software Engineering* (8th ed). England: Addison-Wesley

*Webopedia Computer Dictionary*. (n.d). October 10, 2012. http://www.webopedia.com/TERM/F/fuzzy_logic.html

Yeates, D., & Wakefield, T. (2004). *System Analysis and Design*. England: Pearson Education Limited.


## BIOGRAPHY OF AUTHORS

**Muhadi Hariyanto**. Menyelesaikan pendididikan S1 dan S2 di STMIK Nusa Mandiri, Jakarta. Saat ini bekerja sebagai programmer di Universitas Tarumanagara dan sebagai dosen S1 di STMIK Nusa Mandiri. Research interest di bidang software engineering.

**Romi Satria Wahono**. Menempuh pendidikan S1 (B.Eng), S2 (M.Eng) di bidang Software Engineering di Department of Computer Science di Saitama University, Jepang. Menyelesaikan pendidikan S3 (Ph.D) bidang Software Engineering di Universiti Teknikal Malaysia Melaka. Founder dan CEO PT Brainmatics, IlmuKomputer.Com dan Intelligent Systems Research Center. Mengajar di beberapa program pasca sarjana ilmu komputer di Indonesia, salah satunya di Universitas Dian Nuswantoro. Research interest di bidang Software Engineering dan Machine Learning. Professional member dari IEEE CS, ACM dan PMI.