Model Fuzzy Gaussian Untuk Optimasi Akurasi Estimasi Waktu Proyek Perangkat Lunak

Rahmi Rizkiana Putri[1], Anwar Sodik[2] , Gusti Eka yuliastuti[3], Andy Rachman[4]
Program Studi Teknik Informatika[1,3,4],Program Studi Sistem Informasi[2] Fakultas Teknik Elektro dan Teknik Informasi, ITATS
e-mail: rahmirizkianaputri@gmail.com

ABSTRACT

Accurate time estimates will have a good impact on software project management. If the estimated time is inaccurate, it will affect the quality of software project management, including processes that are less effective and efficient during project development. In 2000 Barry Boehm introduced the addition of a new cost driver to COCOMO II, which was expected to provide better accuracy. Whereas in this study not only uses COCOMO II time accuracy, but also uses the fuzzy Gaussian method and changes in parameter values to calculate the estimated time. The Gaussian fuzzy method used in this study is intended to provide better accuracy than other studies. In addition, changes in the value of the parameters C and D in COCOMO II are done by reducing the value as much as 0.0001 from the initial value, because a reduction in value of 0.0001 is the optimal value. Based on the results of the trials and implementations proposed in this study, an accuracy error of 83.83% was obtained, which means that the accuracy of the estimated time of the software project increased by 2.89%.

Keywords*: Software project, estimated time, accuracy, cocomo ii, fuzzy gaussian, parameters*

ABSTRAK

Perkiraan waktu yang akurat akan memberikan dampak yang baik pada manajemen proyek perangkat lunak. Jika perkiraan waktu kurang akurat maka akan berpengaruh pada kualitas manajemen proyek perangkat lunak termasuk proses selama pengembangan proyek yang kurang efektif dan efisien. Pada tahun 2000 Barry Boehm memperkenalkan adanya penambahan cost driver yang baru pada COCOMO II, yang diharapkan akan dapat memberikan hasil akurasi yang lebih baik. Sedangkan dalam penelitian ini tidak hanya menggunakan akurasi waktu berdasarkan COCOMO II saja, tetapi juga menggunakan metode fuzzy Gaussian dan perubahan nilai parameter untuk menghitung perkiraan waktu. Metode fuzzy gaussian yang digunakan dalam penelitian ini dimaksudkan memberikan hasil akurasi yang lebih baik daripada penelitian lainnya. Selain itu juga perubahan nilai parameter C dan D pada COCOMO II dilakukan dengan menurunkan nilainya sebanyak 0,0001 dari nilai awal, karena pengurangan nilai sebesar 0,0001 adalah nilai optimal. Berdasarkan hasil uji coba dan implementasi yang diusulkan dalam penelitian ini maka didapatkan kesalahan akurasi sebesar 83,83%, yang artinya bahwa akurasi perkiraan waktu proyek perangkat lunak meningkat sebanyak 2,89%.

Kata kunci: Proyek perangkat lunak, perkiraan waktu, akurasi, cocomo ii, fuzzy gaussian, parameter

PENDAHULUAN

Perangkat lunak akan selalu mengalami perkembangan baik secara signifikan ataupun tidak sepenuhnya. Adapun hasil yang akan selalu diperoleh tidak selalu sebaik

dengan yang diharapkan. Kegagalan demi kegagalan pun tak jarang ditemui dalam sebuah proyek, hal itu terjadi karena beberapa hal, diantaranya adalah kurang tepat untuk memperkirakan sumber daya manusia, biaya, dan waktu. Selain itu juga sering terjadi keterlambatan, kegagalan, bahkan penolakan proyek. Sebuah proyek yang baik adalah ketika seluruh perencanaan dapat dilakukan dengan baik dan dapat memperkirakan risiko yang mungkin akan terjadi serta solusi untuk mengatasi risiko tersebut. Dalam penelitian ini sumber daya yang akan dihitung akurasinya adalah perkiraan waktu proyek perangkat lunak. Waktu merupakan hal yang juga tidak kalah penting dalam sebuah proyek perangkat lunak. Perkiraan waktu tidak hanya tentang batas akhir penyelesaian proyek, tetapi juga berkaitan dengan seluruh rangkaian proses selama proyek dikerjakan. Sehingga tepat atau tidaknya
hasil proyek juga dipengaruhi dari perencanaan sebelum proyek dimulai, selama dikerjakan, dan setelah diselesaikan. Terdapat beberapa fakta tentang proses proyek perangkat lunak, yaitu untuk kebutuhan awal adalah 20% dari waktu proyek perangkat luank, sedangkan 8% dari total seluruh sumber daya. Angka tersebut menunjukkan bahwa mayoritas keberhasilan proyek disebabkan penggunaan sumber daya sebanyak 7% dari total 15% sumber daya yang dibutuhkan. Selain itu penentu dari keakuratan dan keberhasilan proyek juga ditentukan oleh tujuh atribut, diantaranya adalah waktu, pengukuran, kebutuhan, keamanan, biaya, kompleksitas, kategori[1]. Setiap atribut memiliki rentang nilai penentu, dimulai dari proyek paling kecil hingga paling besar. Dari pemaparan tersebut didapatkan pemahaman bahwa betapa pentingnya perkiraan yang tepat, dan pada tahun 2000 Barry Boehm menemukan 17 atribut yang merupakan penyempurnaan dari atribut sebelumnya, diberi nama COCOMO II (Constructive Cost Model) II. Penelitian ini menggunakan atribut dari COCOMO II dengan data dari NASA sebanyak 93 proyek untuk menghitung perkiraan waktu dan hasil yang diinginkan adalah lebih akurat dari penelitian sebelumnya. Seperti pada penelitian[2] menggunakan atribut COCOMO I dan metode ABC serta dataset dari Nasa 93, hasil yang diperoleh sebanyak 33,22%. Penelitian [3] mengusulkan metode genetika algoritma menggunakan dataset Nasa 60, hasil yang didapatkan sebesar 21,53%. Sedangkan penelitian [4] memperoleh hasil dengan menggunakan metode Gaussian dan atribut yang diperoleh dari COCOMO I. Dari sejumlah penelitian tersebut didapatkan hasil yang kurang akurat yang berarti masih jauh dari hasil perhitungan sebenarnya, yang disebabkan oleh besarnya error yang diperoleh.

Dari permasalahan tersebut penelitian ini mencoba untuk menggunakan metode dan dataset yang berbeda jika dibandingkan beberapa penelitian sebelumnya, selain itu perkiraan waktu yang dihasilkan dapat lebih akurat, mendekati nilai yang sebenarnya, dan tingkat kesalahan dapat diperkecil. Yaitu menggunakan data Nasa sebanyak 93 proyek, dengan mengimplementasikan metode fuzzy Gaussian, serta melakukan perubahan pada parameter C dan D yaitu parameter yang diperuntukkan bagi perkiraan waktu proyek sebanyak 0,0001.

TINJAUAN PUSTAKA

Perkiraan Proyek Perangkat Lunak

Dalam praktiknya proyek perangkat lunak di kelompokkan ke dalam beberapa ukuran, seperti misalnya proyek kecil berjumlah kurang dari 100 orang, menengah berjumlah 100 hingga 999 orang, proyek besar berjumlah 1000 hingga 3999 orang, dan proyek sangat besar berjumlah lebih dari 4000 [5]. Dalam banyak penelitian yang telah melakukan investigasi tentang faktor-faktor penyebab kegagalan proyek adalah dipengaruhi oleh manajemen, rancangan proyek, usaha, waktu, sumber daya manusia

atau pengalaman staf, biaya atau masalah pendanaan, serta faktor teknis [6] yang mana seluruhnya merupakan sistem saling terkait dalam proyek perangkat lunak. Hal yang terpenting ketika memperkirakan waktu untuk sebuah proyek adalah pada saat awal pembuatan proyek haruslah memperkirakan jumlah usaha, waktu, staf. Bagaimanapun perkiraan pada awal pembuatan dan pengembangan proyek harus tetap dilakukan, termasuk kesulitan dan hambatan karena ketidakpastian di dalam pengembangan proyek, dan rumitnya serta perubahan yang terpengaruh dari faktor dampak penggunaan proyek. Telah ada beberapa metode yang umum digunakan untuk meningkatkan perkiraan waktu seperti fuzzy dan metode analogi lainnya.

Cocomo II

Di dalam COCOMO penggunaan usaha proyek diasumsikan mengikuti formula yamh telah ditentukan mengenai hubungan antara ukuran dan usaha [7]. COCOMO adalah sebuah model empiris yang digunakan untuk mengumpulkan data dari sejumlah proyek perangkat lunak. Data tersebut kemudian di analisa untuk mendapatkan rumus yang paling cocok untuk di teliti. Metode COCOMO memformulasikan hubungan antara ukuran dari sistem dan produk, proyek dan faktor tim di dalam usaha untuk mengembangkan sistem. Di dalam COCOMO usaha disebut sebagai Person Month (PM). Metode COCOMO adalah model terbaik untuk mengetahui algoritma yang dikembangkan oleh Barry Boehm pada tahun 1981. COCOMO 63 pada waktu itu dikembangkan dari analisis proyek perangkat lunak, yang mana susunannya dari model perkiraan biaya proyek, termasuk dasar, menengah, dan sub model yang paling lengkap. COCOMO II adalah sebuah model terbaru yang merupakan revisi dari COCOMO I dan digunakan pada abad ke 21. COCOMO II memiliki beberapa atribut, diantaranya adalah 17 pengganda usaha (EM), 5 skala faktor (FS), ukuran perangkat lunak (SS), dan usaha yang pernah digunakan pada model arsitektur perangkat lunak yang lalu[8]. Pengganda usaha (EM) dikelompokkan menjadi 4 bagian. Yaitu yang pertama adalah atribut produk yang terdiri dari reliabilitas perangkat lunak yang dibutuhkan, ukuran basis data aplikasi, kompleksitas produk. Kedua, atribut perangkat keras terdiri dari waktu eksekusi program saat dijalankan, memori yang digunakan, kecepatan mesin virtual, waktu yang diperlukan untuk melakukan eksekusi perintah. Ketiga, sumber daya manusia yaitu kemampuan analisis, kemampuan ahli perangkat lunak, pengalaman membuat aplikasi, pengalaman dalam menggunakan bahasa pemrograman. Keempat, atribut proyek, yaitu penggunaan sistem pemrograman modern, penggunaan perangkat lunak, jadwal pengembangan yang diperlukan. Setelah 4 bagian tersebut dijelaskan, berikutnya persamaan (1) hingga (3) merupakan perhitungan waktu pada COCOMO II yang biasa digunakan.

Konstanta *Waktu*:

$C=3{,}67;\ D=0{,}28$ (1)

$TDEV_{NS}=Cx(PM_{NS})^{F}$ (2)

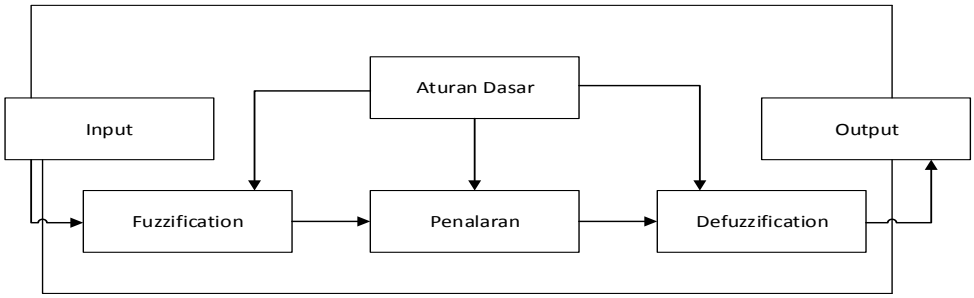
dimana $F=D+0{,}2x0{,}01x\sum_{j=1}^{5} SF_j$

$=D+0{,}2x(E-B)$ (3)

Berdasarkan rumus perhitungan diatas, maka didapat keterangan sebagai berikut: C dan D adalah konstanta, KSLOC adalah ribuan baris kode, EM adalah parameter yang berdampak kepada seluruh ukuran proyek, SF adalah parameter faktor skala yang berpengaruh pada proyek besar dan proyek kecil.

Logika Fuzzy

Motivasi utama di balik logika fuzzy adalah ketidaktepatan mereka dalam proses pengukuran. Pada tahun 1965 Zadeh menemukan metode Fuzzy, menjelaskan bahwa dengan meningkatnya kompleksitas, laporan kekurangan presisi pun meningkat secara signifikan[9]. Logika fuzzy memberikan kemampuan yang memungkingkan penanganan informasi kuantitatif dan kualitatif dalam model tunggal.Fuzzy ditandai dengan fungsi keanggotaan dalam interval [0,1] yang bernilai salah atau benar[10]. Model logika ini merupakan model logika multi nilai yang diturunkan dari himpunan fuzzy untuk menangani perhitungan perkiraan yang tepat. Kumpulan fuzzy adalah kumpulan yang elemen-elemennya memiliki tingkat keanggotaan. Keanggotaan fuzzy segitiga dijelaskan oleh triplet (a,m,b) dimana 'm' adalah modal nilai 'a' dan 'b' adalah batas kanan dan kiri. Sistem logika fuzzy adalah nama yang diberikan untuk sistem yang apapun itu memiliki hubungan dengan konsep fuzzy (misalnya kumpulan fuzzy dan nilai kuantitatif) serta logika fuzzy. Sistem logika fuzzy paling populer di Indonesia dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu fuzzy, fuzzy Takagi & fuzzy Sugeno, dan fuzzifier & defuzzifier. Kebanyakan teknik aplikasi menggunakan data sebagai masukan dan menghasilkan data sebagai keluaran, tipe terakhir adalah yang paling banyak digunakan dimana pemetaan fuzzifier sebagai masukan dan defuzzifier sebagai data keluaran. Penelitian ini menggunakan fuzzy gaussian yang memiliki interval lebih baik daripada keanggotaan fuzzy lainnya[11]. Alur sistem logika Mamdani dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Sistem logika fuzzy dengan fuzzifier dan defuzzifier

Berdasarkan gambar 1 diatas dapat dijabarkan bahwa sistem logika fuzzy memiliki beberapa tahapan operasional, sebagai berikut:

1. Fuzzifikasi adalah suatu proses pengubahan nilai tegas yang ada ke dalam fungsi keanggotaan.
2. Penalaran adalah proses implikasi dalam menalar nilai masukan guna penentuan nilai keluaran sebagai bentuk pengambilan keputusan. Salah satu model penalaran yaitu penalaran max-min. Proses pertama yang dilakukan adalah melakukan operasi min sinyal keluaran lapisan fuzzifikasi, yang diteruskan dengan operasi max untuk mencari nilai keluaran yang selanjutnya akan di defuzzifikasikan sebagai bentuk keluaran.
3. Aturan dasar pada control logika fuzzy merupakan suatu bentuk aturan relasi"jika-maka" atau "if-then" seperti berikut ini: if x is A then y is B dimana A dan B adalah linguistic values yang didefinisikan dalam rentang variable X dan Y. pernyataan 'x is A" disebut antecedent atau premis.

Pernyataan "y is B" disebut consequent atau kesimpulan.

4. Defuzzifikasi input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturab fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu.

METODE

Akurasi perkiraan proyek perangkat lunak telah menjadi hal terpenting dalam 1 dekade terakhir. Perkiraan yang buruk tidak hanya dapat membuat jadwal dan waktu yang berlebih, tetapi juga dalam banyak kasus, dapat menghentikan keseluruhan proses proyek. Kemampuan untuk meningkatkan keakuratan perkiraan pengembangan proyek perangkat lunak termasuk waktu, biaya, dan sumber daya manusia haruslah dilakukan dengan mengubah metode yang lama ke metode yang baru. Oleh sebab itu, hasil yang akurat dari perkiraan waktu sangat diperlukan guna memperbaiki manajemen proyek perangkat lunak. Penelitian ini mencoba untuk menerapkan setiap pengganda usaha di dalam COCOMO II. Setiap pengganda usaha menggunakan nilai linguistik untuk setiap karakter pengganda usaha. Adapun rentang nilai linguistik yang ada yaitu dari yang terendah hingga tertinggi, penelitian ini membagi dua kategori seperti usaha pengganda ke usaha pengganda kualitatif dan kuantitatif. Kualitatif terdiri dari DEPEND, CPLX, DOCU, GUILE, PVOL, PCON, EQUIPMENT, SITE dan usaha pengganda kuantitatif lainnya. Metode fuzzy digunakan untuk merancang ulang usaha pengganda kuantitatif sebagai deskripsi kuantitatif yang dapat di terjemahkan ke dalam logika fuzzy. Sebagai contoh, waktu (TIME) sebagai usaha pengganda yang memiliki rentang nilai dari nominal hingga tertinggi. Perbedaan untuk setiap level adalah persentasi pada eksekusi dijalankan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan logika fuzzy karena dapat menghasilkan perubahan yang baik dari satu level ke level lainnya untuk merancang ulang usaha pengganda dari COCOMO II. Untuk meningkatkan hasil akurasi dari fuzzy maka atribut yang digunakan dari COCOMO II terdiri dari 17 usaha pengganda, 5 faktor skala, 1 ukuran dalam ribuan baris kode. Peningkatan akurasi dilakukan dengan mengubah nilai parameter waktu yang terdapat pada COCOMO II. Pengujian pada penelitian ini nilai usaha pengganda dari COCOMO II diubah menggunakan Fuzzy Gaussian, maka hasil yang didapatkan dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Usaha pengganda hasil fuzzy gaussian

No.	Cost Driver	Very Low	Low	Nominal	High	Very High	Extra High
1	RELY	0,82	0,92	1	1,1	1,26	-
2	DATA	-	0,9	1	1,14	1,24	-
3	RUSE	-	0,95	1	1,07	1,15	1,24
4	DOCU	0,81	0,91	1	1,11	1,23	-
5	TIME	-	-	1	1,11	1,29	1,59
6	STOR	-	-	1	1,05	1,16	1,45
7	PVOL	-	0,87	1	1,14	1,23	-
8	ACAP	1,41	1,18	1,01	0,85	0,74	-
9	PCAP	1,34	1,15	1	0,88	0,76	-
10	PCON	1,26	1,12	1	0,9	0,81	-
11	APEX	1,11	1,1	0,998	0,88	0,81	-
12	PLEX	1,13	1,06	1	0,91	0,857	-

13	LTEX	1,16	1,1	1	0,91	0,85	-
14	TOOL	1,17	1,09	1	0,9	0,78	-
15	SITE	1,22	1,09	1	0,93	0,86	0,8
16	SCED	1,31	1,14	1	1	1	-
17	CPLX	0,73	0,87	1	1,17	1,34	1,74

Data digunakan pada uji coba ini didapatkan dari Nasa, yang terdiri dari 93 atribut, 17 driver, 5 faktor skala, SLOC, nilai proyek sebenarnya. Adapun skenario yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Implementasi dataset Nasa 93 menggunakan atribut dari COCOMO II dengan nilai parameter yang telah ada pada COCOMO II tanpa perubahan apapun.
b. Implementasi dataset Nasa 93 menggunakan atribut dari COCOMO II yang nilai parameter waktu C dan D telah diubah menjadi gradual 0,0001.
c. Membandingkan hasil dari kedua metode tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian awal hanya menggunakan nilai dan atribut dari COCOMO II, pengujian kedua menggunakan atribut COCOMO II ditambahkan dengan metode fuzzy gaussian, pengujian ketiga yang merupakan metode yang diusulkan dalam penelitian ini menggunakan kombinasi antara pengujian kedua lalu dilakukan perubahan pada nilai parameter C dan D yang merupakan parameter untuk menghitung perkiraan waktu sebanyak 0,0001.Yang berarti bahwa, nilai parameter C dan D yang diberikan oleh COCOMO II dikurangi sebanyak 0,0001. Hasil akhir yang dilihat dari uji coba ini yaitu kesalahan rata-rata dari 93 proyek (MMRE) dalam satuan persen. Tabel 2 dibawah ini menunjukkan hasil implementasi seperti yang dijelaskan sebelumnya.

Tabel 2. Hasil perbandingan perkiraan waktu proyek perangkat lunak

Dataset	Metode	Keterangan	MMRE Waktu (%)
Nasa 93	Cocomo II	Tanpa perubahan nilai parameter	86,56
	Fuzzy gaussian	Tanpa perubahan nilai parameter	86,72
	Fuzzy Gaussian	Perubahan parameter C dan D	83,83

KESIMPULAN

Perhitungan perkiraan waktu dalam proyek perangkat lunak selalu menjadi tantangan tidak hanya dalam dunia industri tetapi juga dalam lingkungan dunia akademik. Terlebih lagi ketika perkiraan waktu proyek yang diinginkan bersumber dari data yang kurang akurat. Ada beberapa metode dan cara untuk memperkirakan waktu proyek perangkat lunak, tetapi dalam penelitian ini menggunakan atribut COCOMO II dengan metode logika fuzzy gaussian dan dilakukan perubahan nilai parameter waktu, yaitu C dan D. Dari metode yang diusulkan tersebut didapatkan hasil kesalahan rata-rata dari perkiraan waktu yaitu 83,83% dan terdapat penurunan kesalahan sebesar 2,73% jika dibandingkan dengan metode yang hanya menggunakan atribut COCOMO II, serta selisih sebesar 2,89% jika dibandingkan dengan penelitian hanya menggunakan fuzzy gaussian.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. R. Putri, W. M. Rahmawati, T. Informatika, and F. T. Informasi, "Meningkatkan Akurasi Perkiraan Waktu Proyek Perangkat Lunak Dalam COCOMO II Dengan Mengubah Nilai Parameter," pp. 2–9.

[2] F. Soleimanian Gharehchopogh, I. Maleki, A. Kamalinia, and H. M. Zadeh, "Artificial bee colony based constructive cost model for software cost estimation," *J. Sci. Res. Dev.*, vol. 1, no. 2, pp. 44–51, 2014.

[3] F. S. Gharehchopogh and A. Pourali, "A new approach based on continuous genetic algorithm in software cost estimation," *J. Sci. Res. Dev.*, vol. 2, no. 4, pp. 87–94, 2015.

[4] C. S. Reddy and K. Raju, "An Improved Fuzzy Approach for COCOMO ' s Effort Estimation using Gaussian Membership Function," *J. Softw.*, vol. 4, no. 5, pp. 452–459, 2009.

[5] T. A. Khalid and E. T. Yeoh, "Early cost estimation of software reworks using fuzzy requirement-based model," *Proc. - 2017 Int. Conf. Commun. Control. Comput. Electron. Eng. ICCCCEE 2017*, pp. 1–5, 2017.

[6] S. M. A. Suliman and G. Kadoda, "Factors that influence software project cost and schedule estimation," *Proc. 2017 Sudan Conf. Comput. Sci. Inf. Technol. SCCSIT 2017*, vol. 2017-Novem, pp. 1–9, 2018.

[7] S. Grimstad, "Software Effort Estimation Error," 2006.

[8] S. Waghmode and K. Kolhe, "A Novel Way of Cost Estimation in Software Project Development Based on Clustering Techniques," *Int. J. Innov. Res. Comput. Commun. Eng.*, vol. 2, no. 4, pp. 3892–3899, 2014.

[9] E. Stimation, "A Fuzzy Approach For Software Effort Estimation," *Int. J. Cybern. Informatics*, vol. 2, no. 1, pp. 9–15, 2013.

[10] S. Adhimantoro, "Mengetahui Tingkat Kematangan Buah Dengan Ultrasonik Menggunakan Logika Fuzzy," *JNTETI*, vol. 3, no. 1, pp. 1–6, 2014.

[11] C. H. S. Reddy and K. Raju, "Improving the accuracy of effort estimation through Fuzzy set combination of size and cost drivers," *WSEAS Trans. Comput.*, vol. 8, no. 6, pp. 926–936, 2009.

ISSN (print): 2686-0023
ISSN (online): 2685-6875

Halaman ini sengaja dikosongkan