Metrik Kompleksitas *Software* Berorientasi Objek

Kalvin Niam Aunillah^{1,*}, Akbar Roihan², Hikmah Damasta Ribilanam³, Muhammad Ainul Yaqin⁴

Jurusan Teknik Informatika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Indonesia

¹17650060@student.uin-malang.ac.id; ²17650006@student.uin-malang.ac.id; ³17650062@student.uin-malang.ac.id;

⁴yaqinov@ti.uin-malang.ac.id;

*corresponding author

INFO ARTIKEL

Sejarah Artikel

Diterima: 24 Desember 2020

Direvisi: 20 Januari 2021

Diterbitkan: 30 April 2021

Kata Kunci

Object Oriented

Metrik Kompleksitas

Kompleksitas *Software*

ABSTRAK

Teknologi sudah banyak berperan andil besar dalam meringankan pekerjaan manusia saat ini, teknologi diperkirakan akan terus berkembang. *Software* merupakan salah satu contoh dari perkembangan teknologi yang sampai sekarang banyak digunakan. Hal ini yang menyebabkan teknik pengembangan *software* semakin berkembang, dahulu *developer* menggunakan teknik *procedural programming* namun teknik ini mulai tidak praktis untuk bekerja dalam tim hingga dikenal teknik *object oriented* atau dalam pemrograman disebut *object oriented programming*. Berorientasi objek atau *object oriented* mulai banyak diterapkan karena lebih mempermudah *developer* saat bekerja dalam bentuk tim. Dikarenakan semakin banyak pengguna teknik *object oriented* dibutuhkan formula baru untuk menghitung kompleksitas *software* berorientasi objek, hal ini dikarenakan formula yang diajukan peneliti sebelumnya lebih mengarah formula untuk menghitung kompleksitas *software* berbasis *procedural*. Selain itu, mengetahui kompleksitas metrik dibutuhkan agar mempermudah *developer* untuk mengetahui kualitas dari *software* buatannya. Metrik yang diajukan pada penelitian ini memperhitungkan aspek dari relasi antar *class*, *method*, *attribute* dan bobot *class*. Metrik yang kami usulkan menghitung kompleksitas berorientasi objek berdasarkan diagram UML (*Unified Modeling Language*) untuk memodelkan sistemnya dan direpresentasikan ke dalam bentuk WDAG. Setelah itu, metrik akan divalidasi menggunakan dasar teori sembilan properti Weyuker. Setelah dilakukan validasi, hasil yang didapat adalah delapan dari sembilan properti Weyuker terpenuhi.

PENDAHULUAN

Teknologi merupakan salah satu ciptaan manusia yang terus mengalami perkembangan, salah satu contoh produk teknologi yakni *software*. *Software* berperan sebagai jembatan antara *hardware* (perangkat keras) dengan pengguna, karena itu *software* dapat membantu meringankan pekerjaan manusia melalui *hardware* hingga sampai saat ini. Selain itu teknologi diperkirakan akan terus berkembang hingga dapat berpikir dan merasakan [1]. *Object oriented* (OO) merupakan suatu teknik perancangan sistem *software* dengan pendekatan program yang berorientasi objek, OO sering juga disebut *object oriented programming* dalam aspek *syntax* program (OOP) [2].

OO sering digunakan *developer* saat perancangan sistem *software*, hal ini dikarenakan dapat mempermudah saat bekerja dalam tim. Kompleksitas suatu *software* harus diketahui oleh para *developer*, dikarenakan selain untuk mengetahui nilai kompleksitas juga dapat dijadikan penentu atau patokan harga suatu *software*. Semakin kompleks suatu *software* maka semakin tinggi atau besar harga *software*, dalam paper ini akan membahas mengenai metrik

kompleksitas software berorientasi objek melalui perhitungan dari diagram UML lalu didokumentasikan dalam *graph*.

Pada perkembangannya, metrik kompleksitas software berorientasi objek terdapat istilah yakni *Object oriented Complexity Metric* (OOCM) merupakan metrik yang mengukur kompleksitas dan kerumitan *software* yang berorientasi objek. *OOCM* sudah banyak diajukan oleh peneliti. Akan tetapi, kebanyakan rumus yang digunakan belum cukup efektif untuk mengukur kompleksitas hingga pengembangan rumus saat ini. Pemrograman berorientasi objek (OOP) telah mendominasi bidang pemrograman perangkat lunak selama beberapa dekade terakhir. Perbaikan dan modifikasi dalam teknik-teknik ini masih menjalani penelitian [3], sehingga masih belum ada metrik yang menggunakan pendekatan *graph* dalam perhitungannya. *Development software* OOP berbeda dengan *development* tradisional, yang berbeda adalah teknik dalam pengembangannya [4]. Oleh sebab itu, paper ini mengajukan metrik kompleksitas berorientasi objek dengan pendekatan *graph*. Pendekatan ini dilakukan berdasarkan diagram UML dengan cara mengukur kompleksitas berorientasi objek yang didasarkan pada bobot *class* yang dihubungkan oleh relasi antar *class*. Dengan demikian, hasil perhitungan metrik kompleksitas berorientasi objek diperoleh dari perbandingan terbalik antara T_m dan WCC . Tahap terakhir adalah validasi metrik menggunakan teori sembilan *Weyuker's Properties*.

METODE

Identifikasi Metrik Menggunakan Goal Question Metrics (GQM)

Untuk memudahkan identifikasi dan penggambaran penelitian, peneliti menerapkan *Goal Question Metrics* (GQM). Metode dimulai dari *goal measurement* dilanjutkan serangkaian pertanyaan untuk setiap *goal*, dimana setiap pertanyaan akan dijawab apabila *goal* tercapai[8], sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. *Goal Measurement*

<i>Analysis</i>	Mengukur kompleksitas software berorientasi objek.
:	
<i>Issue</i>	Untuk dapat mendapatkan besaran nilai kompleksitas dari suatu software berorientasi objek.
:	
<i>Focus of measurement</i>	Class, method, attribute, Relasi kelas, Jumlah
:	Child, Tingkat kedalaman pewarisan.
<i>Point of view</i>	Programmer
:	
<i>Context of Measurement</i>	Kualitas suatu software dapat dinilai melalui struktur didalamnya.
:	

Tabel 2. Identifikasi *goal* kompleksitas software berorientasi objek

Q.1	Apa yang membentuk berorientasi objek?
M.1	<i>Class</i> dan relasi
Q.2	Apa yang membentuk sebuah <i>Class</i> ?
M.2	<i>Methods</i> dan <i>attributes</i>
Q.3	Apa saja jenis relasi?
M.3	<i>Inheritance</i> , <i>Association</i> , <i>Aggregation</i> , <i>Composition</i> dan <i>Interface</i>
Q.4	Apa saja metrik berorientasi objek yang pernah diajukan?
M.4	<i>Graph</i> dan jenis relasi

Tinjauan ulang formula kompleksitas

Merepresentasi kompleksitas berorientasi objek, dengan mempertimbangkan beberapa hal yakni penelitian terdahulu mengenai kompleksitas *method* dan jumlah atribut di dalam kelas[5]. Serta penelitian Chidamber & Kemerer yang merepresentasikan kompleksitas berorientasi objek, dengan memperhitungkan [6][7]:

1. WMC (*Weight Method Class*)
2. DIT (*Depth of Inheritance Tree*)
3. RFC (*Response for a Classes*)
4. LCOM (*Lack of Cohesion Of Methods*)
5. NOC (*Number Of Children*)
6. CBO (*Coupling Between Object Classes*)

Sedangkan perbandingan formula kompleksitas dalam bentuk Tabel 3.

Tabel 3. Metrik-metrik yang telah disertakan dalam formula kompleksitas

	C	M	A	R	WM C	DIT	NOC	CB O	RFC	LCO M
Chidamber dkk., 1994	-	√	-	-	√	√	√	√	√	√
Sanjay dkk., 2008	-	√	√	-	-	-	-	-	-	-
Metrik yang diusulkan	√	√	√	√	√	√	√	-	√	-

Tabel 3 merupakan perbandingan formula kompleksitas setiap usulan dari penemu, dari tabel tersebut diketahui formula setiap metrik yang diusulkan. pada metode metrik kompleksitas Chidamber belum diperhitungkan formula dari kuantitas *class*, *attribute* dan relasi. Sedangkan metode Sanjaya, belum memperhitungkan formula kuantitas *class*, relasi, dan kriteria yang mencakup OOP dari Chidamber & Kemerer. Sedangkan metode yang paper ini usulkan, memiliki formula lebih lengkap dari metode yang Chidamber & Kemerer dan Sanjay usulkan.

Perhitungan dengan *Weighted Class Complexity* (WCC)

Perhitungan metrik diawali dengan mencari nilai *Weighted Class Complexity* (WCC) dikarenakan WCC merupakan perhitungan kompleksitas yang berkaitan dengan *Method Complexity* dalam *class* terkait. Nilai bobot kognitif yang didapat berasal dari *method class*. Kemudian ditambah dengan total jumlah *attributes* dari *class* tersebut. Maka, akan menambah kompleksitas karena faktor data *members (attributes)*. Rumus formula seperti halnya Persamaan (1).

$$WCC = N_a + \sum_{p=1}^i MC p \quad (1)$$

Keterangan:

- N_a adalah jumlah *attribute class*
- MC kompleksitas *method* pada *class*

Pada penelitian ini, kami menggunakan studi kasus UML aplikasi penduduk desa berbasis *object oriented* seperti tampak pada Gambar 1. Selain dikarenakan UML aplikasi ini berbasis *object oriented*, aplikasi ini layak untuk diketahui tingkat kompleksitasnya untuk meningkatkan dan pengembangan pelayanan di desa.

Gambar 1. Model UML aplikasi penduduk desa

Berdasarkan UML tersebut, langkah pertama mencari jumlah *attribute class* (Na), kemudian langkah kedua menghitung total jumlah kompleksitas *method* pada satu *class*. Tabel 4 merupakan hasil dari perhitungan WCC berdasarkan UML pada Gambar 1.

Tabel 4. Hasil dari perhitungan WCC

Class	Na	Mc	WCC
koneksi	3	1	4
Login	0	2	2
Admin	0	4	4
User	0	4	4
Data	17	34	51

Diketahui hasil WCC dari hasil perhitungan didapati *class* warga memiliki kompleksitas yang besar dengan nilai 42, sedangkan WCC terendah yakni *class* Login dengan nilai sebesar

2. Langkah selanjutnya dengan menghitung OOC (*Object oriented Complexity*) dengan direpresentasikan dalam bentuk WDAG (*Weighted Directed Acyclic Graph*).

Perhitungan OOC dengan dengan Representasi WDAG

Proses perhitungan selanjutnya dengan menghitung relasi antar *class*, WDAG pada penelitian ini berperan sebagai pendokumentasi kompleksitas. WDAG merupakan *graph* berarah yang memiliki bobot dan terdiri dari himpunan simpul (*Nodes* atau *vertices*) dan sisi (*Edges* atau *arcs*) yang tidak memiliki *cycle*. Penggunaan konsep WDAG dalam penelitian yakni:

1. Pada WDAG terdiri atas:
 - *Leaf nodes*, merepresentasikan *class* atau objek beserta bobotnya.
 - *Interior Nodes*, merepresentasikan operasi atau operator (tergantung jenis relasi).
2. Sebuah *node* baru, dibuat dan dihubungkan dengan *Interior Node* hanya ketika *class* atau objek mempunyai relasi dengan objek lainnya.

Sedangkan formula rumus untuk menghitung jumlah relasi sesuai pada persamaan (2).

$$Tm = (C, t1 \dots tm) \quad (2)$$

Keterangan:

- m adalah jumlah relasi antar *class*
- C adalah himpunan WCC (*e.g.*, bilangan real)
- t adalah operator binary (*e.g.*, +, *) terhadap elemen-elemen dari C.

Gambar 2. Hasil pendokumentasi kompleksitas dalam bentuk WDAG

Studi kasus ini apabila dibentuk dalam WDAG sesuai dua konsep diatas, sesuai pada gambar 2. Hasil dari perhitungan relasi antar *class* (Tm) yakni hasil pengoperasian WCC sesuai dengan operator WDAG pada gambar 2. Sehingga, untuk studi kasus ini $4+4+51*(4*2) = 416$. Langkah selanjutnya dengan menghitung OOC, dengan rumus Persamaan (3).

$$OOC = \frac{T_m}{\sum_{i=1}^n WCC} \quad (3)$$

Keterangan:

- T_m adalah total bobot dari DAG
- WCC adalah *Weighted Class Complexity*

Menggunakan persamaan (3), maka diketahui OOC pada studi kasus ini merupakan hasil pembagian 416 dengan total keseluruhan jumlah WCC yakni 65. Sehingga, nilai kompleksitas berdasarkan UML pada studi kasus aplikasi penduduk desa sebesar 6,4.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Berdasarkan Gambar 2, dilanjutkan dengan perhitungan hasil akhir kompleksitas sesuai pada persamaan (3) dengan pembagian total bobot DAG sebesar 416 dan jumlah WCC sebesar 65. Sehingga, nilai kompleksitas berdasarkan UML pada studi kasus aplikasi penduduk desa sebesar 6,4. Setiap metrik baru harus divalidasi dan dievaluasi baik secara teori maupun praktek. Tujuan validasi adalah untuk membuktikan ketepatan dari metrik yang diusulkan. Oleh karena itu, kami sebagai pengusul metrik memeriksa metrik yang kami usulkan terhadap sembilan properti Weyuker yang terkenal [9]. Meskipun, 9 properti ini sangat banyak dikritik oleh beberapa peneliti, 9 properti ini masih digunakan dan menjadi topik penelitian [10].

Properties Pertama

Kompleksitas metrik yang diajukan mampu membedakan antara dua model proses yang tidak sama sehingga menciptakan hasil metrik yang berbeda. Berdasarkan *statement* tersebut, pengukuran tidak boleh dilakukan pada *class* dengan kompleksitas yang sama. Misal, diketahui pada tabel 2, *class* C dengan kompleksitas 6 dan *class* D dengan kompleksitas 3, dimana C dan D adalah *class* yang berbeda. Dengan demikian, properti ini terpenuhi.

Properties Kedua

Pengajuan metrik kompleksitas memiliki sifat positif. *Properties* ini juga berlaku, apabila saat melakukan perhitungan WCC. Hasilnya berupa angka yang positif (tabel 4) begitu juga dengan perhitungan akhir OCC memiliki sifat angka positif yakni 6,4. Sehingga properti ini terpenuhi.

Properties Ketiga

Jika ada beberapa dua model yang terdapat perbedaan (proses bisnis) memungkinkan memiliki nilai kompleksitas yang sama. Berdasarkan hal ini, seperti yang tampak pada tabel 4 dapat diketahui ada dua *class* atau bisa disebut dua model. Keduanya memiliki bisnis yang berbeda, tapi nilai WCC keduanya yakni admin dan user sama yakni 4. Maka properti ini telah terpenuhi.

Properties Keempat

Metrik kompleksitas dapat membedakan suatu model yang memiliki proses bisnis sama namun berbeda dalam implementasinya. Misal terdapat *class* P dan Q yang menghasilkan *output* yang berbeda dengan *input* yang sama. Karena pada bobot kognitif bergantung pada elemen internal *class* (*attribute* dan *method*), sehingga kompleksitas juga mungkin berbeda. Seperti yang tampak pada Tabel 4 dan secara keseluruhan pada Gambar 2, terdapat proses

model bisnis yang *class* sama namun berbeda implementasi (*relation*). Maka, dengan demikian properti ini juga terpenuhi.

Properties Kelima

Metrik kompleksitas dapat terdiri dari elemen penggabungan yang baru. Pada Persamaan (3) merupakan hasil penggabungan elemen baru, elemen baru yang dimaksud adalah WCC dari *class* admin, user, login, koneksi dan data. Sehingga dengan demikian properti ini terpenuhi.

Properties Keenam

Apabila terdapat model proses bisnis X, Y, dan Z dengan nilai metrik yang sama, lalu model A dikaitkan dengan model Z atau model Y dikaitkan dengan model Z. Maka kedua nilai metrik berbeda. Ini berarti bahwa jika *class* baru ditambahkan ke kedua *class* yang memiliki kompleksitas *class* yang sama, maka kombinasi kompleksitas kedua *class* tersebut berbeda.

Misal: WCC *class* X = 4, WCC *class* Y = 4, WCC *class* Z = 6, WCC *class* N = 3.

$X = Y$, & $(X * Z) \neq (Y * Z)$ $\square$ $4 = 4$, & $24 \neq 12$

$X = X$, & $(Z * X) \neq (Z * Y)$ $\square$ $4 = 4$, & $24 \neq 12$

Maka, metrik yang kami ajukan belum memenuhi properti ini.

Properties Ketujuh

Apabila membandingkan dua model bisnis yang mana masing-masing kesatuan yang utuh. Jika salah satu proses bisnis berbeda dalam atur letak model. Maka berbeda pula nilainya, maka metrik yang kami ajukan dapat memenuhi properti ini.

Gambar 3. WDAG 2

Gambar 4. WDAG 3

Tm dari gambar WDAG 1 = $A + (B * (C + D))$ dan Tm dari gambar WDAG 2 = $A + ((B + D) * C)$. Maka, properti ini terpenuhi.

Properties Kedelapan

Properti ini mensyaratkan bahwa ketika nama *class* berubah itu tidak akan mempengaruhi kompleksitas. Bahkan jika nama *method* ataupun nama *attributes* dalam *class* berubah, kompleksitas juga tidak berubah. Berdasarkan pengukuran kompleksitas yang kami usulkan, tidak ada efek dalam kompleksitas dalam penggantian nama. Dengan demikian, properti ini juga terpenuhi.

Properties Kesembilan

Properti ini menunjukkan bahwa interaksi tertentu meningkatkan kompleksitas. Properti ini menyatakan bahwa kompleksitas yang berasal dari hasil interaksi antara dua *class* lebih besar daripada kompleksitas *class* sebelum berinteraksi. Untuk properti ini, pembuktiannya sama dengan pada properti 5. Maka, dengan demikian properti ini juga terpenuhi.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan metrik yang mengukur tingkat kompleksitas software berorientasi objek melalui UML dan pendokumentasian dalam bentuk WDAG. Hasil formula metrik ini memenuhi delapan *properties* dari sembilan *properties* yang terdapat di *weyuker properties*. Formula kompleksitas yang kami ajukan Persamaan (3), dapat digunakan untuk mengukur kompleksitas software khusus berbasis *object oriented*, harapan kami formula ini dapat melengkapi kekurangan dari formula kompleksitas metrik peneliti sebelumnya yang masih mengarah *prosedural programming*.

REFERENSI

- [1] Y. Wang, "Cognitive Informatics: Towards Future Generation Computers that Think and Feel," pp. 3–7, 2006.
- [2] L. C. Briand and J. Wüst, "Modeling development effort in object-oriented systems using design properties," *IEEE Trans. Softw. Eng.*, vol. 27, no. 11, pp. 963–986, 2001, doi: 10.1109/32.965338.
- [3] L. C. Briand, C. Bunse, and J. W. Daly, "A controlled experiment for evaluating quality guidelines on the maintainability of object-oriented designs," *IEEE Trans. Softw. Eng.*, vol. 27, no. 6, pp. 513–529, 2001, doi: 10.1109/32.926174.
- [4] S. R. Schach, *Object-Oriented and Classical Software Engineering*. 2010.
- [5] G. Costagliola, F. Ferrucci, G. Tortora, and G. Vitiello, "Class point: An approach for the size estimation of object-oriented systems," *IEEE Trans. Softw. Eng.*, vol. 31, no. 1, pp. 52–74, 2005, doi: 10.1109/TSE.2005.5.
- [6] S. R. Chidamber and C. F. Kemerer, "A Metrics Suite for *Object oriented* Design," *IEEE Trans. Softw. Eng.*, vol. 20, no. 6, pp. 476–493, 1994, doi: 10.1109/32.295895.
- [7] K. Letelay and S. N. Azhari, "Evaluasi Kualitas Perangkat Lunak dengan Metrics Berorientasi Objek," *Semin. Nas. Inform. ...*, vol. 2012, no. semnasIF, pp. 139–145, 2015.
- [8] M. Yaqin, R. Sarno, and S. Rochimah, "Measuring Scalable Business Process Model Complexity Based on Basic Control Structure," *Int. J. Intell. Eng. Syst.*, vol. 13, no. 6, pp. 52–65, 2020, doi: 10.22266/ijies2020.1231.06.
- [9] S. Misra, "Weyuker's properties, language independency and *object oriented* metrics," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 5593 LNCS, no. PART 2, pp. 70–81, 2009, doi: 10.1007/978-3-642-02457-3_6.
- [10] Gursaran and Gurdev. Roy, "On the Applicability of Weyuker Property 9 to Object-Oriented Structural Inheritance Complexity Metrics," vol. 27, no. 4, pp. 1–1, 2012, doi: 10.1109/vr.2012.6180941.