

Metode AHP dan GQM Untuk Pengembangan Metrik Skala dan Kompleksitas Proyek

Muhammad Haffad Addakhil^{1,*}, Muhammad Ainul Yaqin², Mohammad Faisal Fajar Fadilah³, Cahya Wulandari⁴

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Indonesia

¹18650105@student.uin-malang.ac.id; ²yaqinov@ti.uin-malang.ac.id; ³18650095@student.uin-malang.ac.id;

⁴18650076@student.uin-malang.ac.id;

* corresponding author

INFO ARTIKEL

Sejarah Artikel

Diterima: 15 November 2021

Direvisi: 18 Desember 2021

Diterbitkan: 30 Desember 2021

Kata Kunci

Kompleksitas proyek

Analytical Hierarchy Process

Goal Question Metric

Weyuker's Properties

ABSTRAK

Kompleksitas proyek sering dianggap sebagai faktor yang tertanam dalam dua aspek proyek utama termasuk proyek kesulitan (seberapa sulit proyek untuk mencapai tujuan proyek) dan risiko proyek (ketidakpastian). Kompleksitas proyek dapat memicu efek positif maupun negatif, hal ini disebabkan oleh efek tidak tentu dari fenomena yang tidak bisa diprediksi, manajer proyek harus memiliki keputusan yang bijak dalam mengurangi efek tidak tentu. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki tujuan untuk menghitung nilai kompleksitas proyek dengan menggunakan metode *Goal Question Metric* (GQM) untuk mengidentifikasi metrik dan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk menghitung nilai metrik dari kompleksitas proyek. *Goal Question Metric* bertugas dengan melalui tiga proses yaitu proses definisi, proses pengumpulan data, dan proses interpretasi. Setelah melakukan pengujian dengan mengkaji penelitian lain maka diperoleh hasil pengukuran menggunakan formula kompleksitas. Kemudian hasil tersebut divalidasi dengan *Weyuker's Properties*, dari hasil validasi tersebut diperoleh 8 dari 9 properti terpenuhi.

PENDAHULUAN

Kompleksitas proyek sering dianggap sebagai faktor yang tertanam dalam dua aspek proyek utama termasuk proyek kesulitan (seberapa sulit proyek untuk mencapai tujuan proyek) dan risiko proyek (ketidakpastian). Dua jurusan ini faktor sangat mempengaruhi bagaimana sebuah proyek dikelola dan dijalankan. Namun, kesulitan proyek pada dasarnya terkait dengan keahlian dan pengalaman tim proyek, dan risiko proyek digunakan untuk menggambarkan fitur proyek yang tidak diketahui [1].

Tidak semua faktor kompleksitas berpengaruh signifikan pada keberhasilan proyek. Dengan demikian, manajer proyek harus memahami bagaimana berbagai komponen kompleksitas proyek mempengaruhi kinerja proyek. Pendekatan ini dapat membantu manajer proyek fokus pada komponen kompleksitas yang mungkin memiliki efek potensial terbesar pada keberhasilan proyek [2].

Teori bahwa memahami kompleksitas proyek diperlukan bagi manajemen proyek karena kompleksitas erat kaitannya dengan pengambilan keputusan dan tujuan proyek [3]. Pemahaman kompleksitas proyek dan bagaimana kompleksitas tersebut mempengaruhi hasil dari sebuah proyek adalah sangat penting bagi manajer proyek [4].

Meskipun demikian, karakteristik dan sifat kompleksitas proyek adalah perdebatan yang kontroversial. Sementara beberapa faktor dianggap sebagai pendorong kompleksitas proyek. Pada satu sisi, istilah "Kompleksitas" tidak didefinisikan secara jelas dalam literatur [5], sebagai gantinya penulis menyarankan untuk lebih memperhatikan pendefinisian dan

pengelolaan kompleksitas proyek. Sementara itu, kinerja proyek memiliki kaitan erat dengan kompleksitas proyek. Jadi, kompleksitas proyek dengan definisi yang tegas seharusnya dapat diukur untuk mencapai manajemen proyek yang efektif [6]. Kompleksitas juga dapat mempengaruhi proyek secara negatif, kinerja serta hasil proyek sebagai properti muncul dari kompleksitas dapat menciptakan prospek baru. Oleh karena itu, perlu dilakukan penghitungan kompleksitas proyek sebelum memulai proyek.

Kompleksitas proyek dapat memicu efek positif maupun negatif, hal ini disebabkan oleh efek tidak tentu dari fenomena yang tidak bisa diprediksi, oleh karena itu, manajer proyek harus memiliki keputusan yang bijak dalam mengurangi efek tidak tentu, atau setidaknya menekan dampak negatif dari fenomena tersebut demi keberhasilan sebuah proyek [7].

Penentuan kompleksitas proyek dilakukan sebagai gambaran, khususnya untuk organisasi yang akan mengerjakan pengelolaan pada suatu proyek. *Hindsight bias* yang ada pada evaluasi kompleksitas proyek merupakan perbedaan estimasi kompleksitas proyek ketika sebelum dan sesudah pekerjaan proyek selesai. *Hindsight bias* yang berada pada kompleksitas proyek dapat menjadikan timbul sikap pesimis organisasi saat akan melakukan pengelolaan proyek. Setelah diketahui bahwa terdapat *hindsight bias*, organisasi tersebut diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan yang terdapat pada proyek dengan melakukan *problem focused coping*.

Pada penelitian sebelumnya peneliti meneliti faktor dari kompleksitas proyek. Berdasarkan definisi kompleksitas, Baccarini merangkum bahwa kompleksitas proyek adalah terdiri dari kompleksitas organisasi dan kompleksitas teknologi [8]. Williams berpendapat bahwa kompleksitas dan ketidakpastian struktural merupakan faktor dari kompleksitas proyek [9]. Maylor mengklasifikasikan kompleksitas proyek menjadi tiga kategori yaitu: kompleksitas organisasi, kompleksitas sumber daya dan kompleksitas teknologi [10]. Remington dan Pollack mengelompokkan faktor-faktor yang mempengaruhi kompleksitas proyek ke dalam empat kategori yaitu : pengalaman dan kemampuan anggota organisasi untuk mengatasi berbagai jenis kompleksitas proyek, struktur organisasi proyek, pemeliharaan proyek, dan proses bisnis proyek [11]. Girmscheid dan Brockman membagi faktor-faktor yang mempengaruhi kompleksitas proyek menjadi lima kategori: kompleksitas tugas, kompleksitas sosial, kompleksitas budaya, kompleksitas operasi dan kompleksitas kognitif [12].

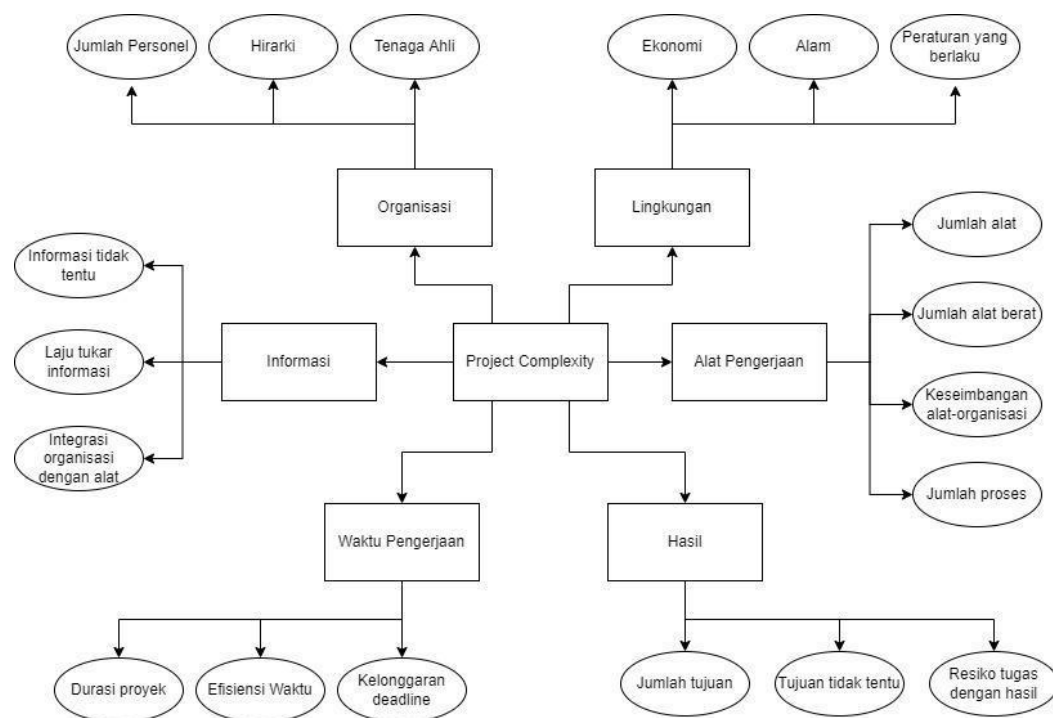
Pengembangan metrik kompleksitas proyek yang kami teliti mengukur kompleksitas dari beberapa faktor yaitu kompleksitas organisasi, kompleksitas alat, kompleksitas tujuan, kompleksitas lingkungan, kompleksitas waktu, dan kompleksitas informasi.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Goal Question Metric* (GQM) untuk mengidentifikasi metrik dan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk menghitung nilai metrik dari kompleksitas proyek. *Goal Question Metric* memiliki tiga tahapan dalam prosesnya antara lain proses definisi, proses pengumpulan data dan proses interpretasi. Dalam proses definisi dilakukan tahapan pengukuran yaitu tujuan (*Goal*), pertanyaan (*Question*) dan metrik (*Metric*). Selanjutnya pada proses pengumpulan data dilakukan proses memasukkan beberapa data kedalam *database*. Kemudian yang terakhir tahap interpretasi merupakan tahap pemrosesan data menjadi hasil pengukuran. Dari hasil laporan pengukuran akan diperoleh suatu tujuan yang tercapai atau tujuan yang tidak tercapai. Dari hasil yang didapatkan maka dapat digunakan sebagai acuan yang berguna untuk meningkatkan kualitas pengembangan metrik skala dan kompleksitas proyek yang dikembangkan.

Tabel 1. Identifikasi Metrik Menggunakan GQM

Goal	Mengidentifikasi faktor penentu kompleksitas proyek
<i>Question Metric</i> (apa yang membentuk sebuah proyek?)	Organisasi, Alat Pengerjaan, Informasi, Waktu Pengerjaan, Lingkungan, Hasil.
<i>Question Metric</i> (apa yang membentuk sebuah organisasi?)	Hirarki Organisasi, Tenaga Ahli, Jumlah Personel.
<i>Question Metric</i> (apa yang membentuk alat pengerjaan?)	Jumlah alat, alat berat, keseimbangan alat dengan organisasi, jumlah proses.
<i>Question Metric</i> (Apa yang membentuk informasi?)	Informasi tidak tentu, laju tukar informasi, integrasi organisasi dengan alat.
<i>Question Metric</i> (Apa yang membentuk waktu pengerjaan?)	Durasi proyek, efisiensi waktu, kelonggaran <i>deadline</i> .
<i>Question Metric</i> (Apa yang membentuk Lingkungan?)	Ekonomi, alam, peraturan yang berlaku.
<i>Question Metric</i> (Apa yang membentuk hasil?)	Jumlah tujuan, tujuan tidak tentu, resiko tugas dengan hasil.



Gambar 1. Diagram Hasil GQM kompleksitas proyek

Serangkaian pertanyaan yang kami ajukan pada Tabel 1 memberikan jawaban parameter yang dibutuhkan dalam menghitung kompleksitas proyek. Kompleksitas proyek tersusun atas enam bidang yaitu organisasi, alat pengerjaan, informasi, waktu pengerjaan, lingkungan, dan hasil. Setiap bidang memiliki faktor pembentuk yaitu:

- faktor pembentuk bidang organisasi adalah hirarki organisasi, jumlah tenaga ahli, dan jumlah personel proyek.
- faktor pembentuk bidang alat pengerjaan adalah jumlah alat, jumlah alat berat, keseimbangan alat dengan organisasi, dan jumlah proses.
- faktor pembentuk bidang informasi adalah jumlah informasi tidak tentu, laju tukar informasi, dan integrasi antara organisasi dengan alat yang digunakan pada proyek.
- faktor pembentuk bidang waktu pengerjaan adalah durasi proyek, efisiensi waktu, dan kelonggaran *deadline* pengerjaan.

- faktor pembentuk bidang lingkungan adalah ekonomi, kondisi alam, dan peraturan yang sedang berlaku selama proyek apakah menghambat laju proyek atau tidak menghambat.
- faktor pembentuk bidang hasil adalah jumlah tujuan proyek, jumlah tujuan tidak tentu, dan resiko tugas terhadap hasil.

Hasil GQM untuk menentukan faktor penentu kompleksitas proyek terdapat pada Gambar 1.

Pada Gambar 1. menunjukan bahwa kompleksitas proyek dipengaruhi oleh organisasi, informasi, waktu pengerjaan, hasil, alat pengerjaan, dan lingkungan. Dari faktor-faktor yang mempengaruhi kompleksitas proyek itu juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lainnya yang mengikutinya yaitu: kompleksitas organisasi dipengaruhi oleh jumlah personel, hirarki dari organisasi, dan tenaga ahli, kompleksitas informasi dipengaruhi oleh ketidaktentuan suatu informasi, seberapa terhambatnya suatu informasi, dan seberapa rendah tingkat pemahaman suatu organisasi dalam menggunakan alat, kompleksitas waktu pengerjaan proyek dipengaruhi oleh berapa lama durasi pengerjaan proyek, seberapa rendah tingkat efisien waktu yang digunakan, dan seberapa rendah tingkat kelonggaran deadline yang diberikan, kompleksitas hasil dipengaruhi oleh jumlah tujuan proyek, seberapa tingkat ketidaktentuan suatu tujuan, dan seberapa besar tingkat risiko tugas dengan hasil, kompleksitas alat pengerjaan dipengaruhi oleh seberapa banyak jumlah alat, seberapa banyak jumlah alat berat yang digunakan, seberapa seimbang antara jumlah pekerja dan alat, dan seberapa kompleks proses penggunaan alat, kemudian yang terakhir kompleksitas lingkungan dipengaruhi kondisi ekonomi di lapangan, kondisi alam di lapangan, dan seberapa rumit peraturan yang berlaku di lapangan.

Analytical Hierarchy Process adalah metode pengambilan keputusan yang membandingkan antara kriteria pilihan dengan pilihan yang ada, nilai bobot yang kami berikan berdasarkan pada tingkat kepentingan masing-masing faktor. Nilai bobot disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Bobot Metrik Kompleksitas Proyek

Metrik	Parameter	Bobot
Kompleksitas Proyek (KP)	Organisasi (KO)	0.3
	Alat pengerjaan (KAP)	0.3
	Hasil (KH)	0.2
	Waktu pengerjaan (KWP)	0.06
	Informasi (KI)	0.07
	Lingkungan (KL)	0.07
Kompleksitas Organisasi (KO)	Hirarki (Hrk)	0.3
	Tenaga ahli (TAhl)	0.3
	Jumlah personel (Prsn) ¹	0.4
Kompleksitas Alat Pengerjaan (KAP)	Jumlah alat (Alt)	0.2
	Jumlah alat berat (AltBrt)	0.3
	Keseimbangan alat - organisasi (KesAltOrg)	0.3
	Jumlah proses (Pros)	0.2
Kompleksitas Hasil (KH)	Jumlah tujuan (Tjn)	0.3
	Tujuan tidak tentu (TjnTt)	0.3
	Resiko tugas dengan hasil (RTgsHsl)	0.4
Kompleksitas Waktu Pengerjaan (KWP)	Durasi proyek (DrsPryk)	0.5
	Efisiensi waktu (EfsWkt)	0.3
	Kelonggaran deadline (Klg.Dln)	0.2

Kompleksitas Informasi (KI)	Informasi tidak tentu (Inf.Tt)	0.4
	Laju tukar informasi (LjTkr.Inf)	0.5
	Integrasi organisasi dengan alat (Intg.OrgAlt)	0.1
Kompleksitas Lingkungan (KL)	Ekonomi (Eko)	0.3
	Alam (Alam)	0.3
	Peraturan yang berlaku (PerBrIk)	0.4

Setelah penentuan tingkat kepentingan faktor, maka selanjutnya dilakukan formulasi rumus kompleksitas proyek. Dari hasil representasi metrik pada tree maka didapatkan suatu perumusan dengan bobot diperoleh dari metode AHP. Setelah didapatkan hasil representasi metrik dan pembobotan maka didapatkan formula seperti yang terdapat pada Persamaan (1) sampai dengan Persamaan (7).

Untuk menghitung nilai kompleksitas proyek adalah pertama menghitung kompleksitas lingkungan menggunakan Persamaan (7), menghitung kompleksitas informasi menggunakan Persamaan (6), menghitung kompleksitas waktu pengerjaan menggunakan Persamaan (5), menghitung kompleksitas hasil menggunakan Persamaan (4), menghitung alat pengerjaan menggunakan Persamaan (3), dan selanjutnya menghitung kompleksitas organisasi menggunakan Persamaan (2). Setelah mendapatkan nilai kompleksitas lingkungan, informasi, waktu pengerjaan dan seterusnya maka yang terakhir adalah menghitung kompleksitas proyek menggunakan Persamaan (1).

$$KP = 0,3.KO + 0,3.KAP + 0,2.KH + 0,06.KWP + 0,07.KI + 0,07.KL \quad (1)$$

$$KO = 0,3.Hrk + 0,3.(1-TAhl) + 0,4.\Sigma Prsn \quad (2)$$

jika:

$$\Sigma Prsn \leq 100 = \frac{\Sigma Prsn}{100}, \Sigma Prsn > 100 = 1$$

$$KAP = 0,2.\Sigma Pros + 0,3.\Sigma Alt + 0,3.\Sigma AltBrt + 0,2.(1-KesAltOrg) \quad (3)$$

jika

$$\Sigma Pros \leq 100 = \frac{\Sigma Pros}{100}, \Sigma Pros > 100 = 1$$

$$\Sigma Alt \leq 100 = \frac{\Sigma Alt}{100}, \Sigma Alt > 100 = 1$$

$$\Sigma AltBrt \leq 100 = \frac{\Sigma AltBrt}{100}, \Sigma AltBrt > 100 = 1$$

$$KH = 0,3.\Sigma Tjn + 0,3.TjnTt + 0,4.R.TgsHsl \quad (4)$$

jika

$$\Sigma Tjn \leq 100 = \frac{\Sigma Tjn}{100}, \Sigma Tjn > 100 = 1$$

$$KWP = 0,5.DrsPryk + 0,3.(1-EfsWkt) + 0,2.(1-KlgDln) \quad (5)$$

jika

$$DrsPryk \leq 365 = \frac{\Sigma DrsPryk}{365}, \Sigma DrsPryk > 365 = 1$$

$$KI = 0,4.InfTt + 0,5.(1-LjTkrInf) + 0,1.(1-IntgOrgAlt) \quad (6)$$

$$KL = 0,3.(1-Eko) + 0,3.Alam + 0,4.PerBrk \quad (7)$$

Keterangan:

KP = Kompleksitas proyek	KesAltOrg = Keseimbangan alat dan organisasi
KO = Kompleksitas organisasi	Tjn = Tujuan
KAP = Kompleksitas alat pengerjaan	TjnTt = Tujuan tidak tentu
KH = Kompleksitas hasil	R.TgsHsl = Risiko tugas hasil
KWP = Kompleksitas waktu pengerjaan	DrsPryk = Durasi proyek
KI = Kompleksitas informasi	EfsWkt = Efisiensi waktu
KL = Kompleksitas lingkungan	KlgDln = Keluangan deadline
Hrk = Hirarki	InfTt = Informasi tidak tentu
T. Ahl = Tenaga Ahli	LjTkrInf = Laju tukar informasi
Prsn = Personil	IntgOrgAlt = Integrasi organisasi dengan alat
Pros = Proses	Eko = Ekonomi
Alt = Alat	PerBrk = Peraturan yang berlaku
AltBrt = Alat berat	Alam = Alam

Hasil metrik kemudian divalidasikan menggunakan Weyuker's Properties yang sudah dimodifikasi [13]. Untuk melihat karakteristik dari metrik, studi kasus yang digunakan merupakan Proyek Pembangunan Bersama Balai Kota Malang [14].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Formula Kompleksitas

Nilai kepentingan setiap bidang dari studi kasus yang digunakan yaitu Proyek Pembangunan Bersama Balai Kota Malang disajikan pada tabel 3. Penilaian dimulai dari kompleksitas organisasi dengan faktor yang mempengaruhinya antara lain hirarki organisasi, tenaga ahli, dan jumlah pekerja atau personil. Penilaian kompleksitas dari alat pengerjaan yang terdiri faktor jumlah alat, jumlah alat berat, keseimbangan jumlah alat dan jumlah pekerja, dan jumlah proses. Penilaian kompleksitas hasil yang terdiri dari faktor seberapa jumlah tujuan, jumlah tujuan tidak tentu, dan risiko tugas dengan hasil. Penilaian kompleksitas waktu pengerjaan yang terdiri dari faktor seberapa lama durasi proyek, efisiensi waktu, dan kelonggaran *deadline*. Penilaian kompleksitas informasi yang terdiri dari faktor informasi tidak tentu, seberapa cepat laju tukar informasi, dan seberapa tinggi integrasi atau pemahaman operasional pekerja dengan alat. Kemudian yang terakhir adalah penilaian kompleksitas lingkungan yang terdiri dari faktor kondisi ekonomi di lapangan, kondisi alam di lapangan, dan seberapa rumit peraturan yang berlaku.

tabel 3. Nilai Kepentingan Proyek Pembangunan Bersama Balai Kota Malang

Metrik	Parameter	Nilai (0-1) / Jumlah
--------	-----------	----------------------

Organisasi	Hirarki (Hrk)	0.13
	Tenaga ahli (TAhl)	0.9
	Jumlah personel (Prsn)	70
Alat Pengerjaan	Jumlah alat (Alt)	30
	Jumlah alat berat (AltBrt)	10
	Keseimbangan alat - organisasi (KesAltOrg)	0.8
	Jumlah proses (Pros)	29
Hasil	Jumlah tujuan (Tjn)	20
	Tujuan tidak tentu (TjnTt)	10
	Resiko tugas dengan hasil (RTgsHsl)	0.8
Waktu Pengerjaan	Durasi proyek (DrsPryk)	270
	Efisiensi waktu (EfsWkt)	0.8
	Kelonggaran <i>deadline</i> (Klg.Dln)	0.8
Informasi	Informasi tidak tentu (Inf.Tt)	0.2
	Laju tukar informasi (LjTkr.Inf)	0.9
	Integrasi organisasi dengan alat (Intg.OrgAlt)	0.9
Lingkungan	Ekonomi (Eko)	0.8
	Alam (Alam)	0.13
	Peraturan yang berlaku (PerBrIk)	0.15

Berdasarkan nilai dari Tabel 3, maka hasil penghitungan kompleksitas proyek pembangunan balai kota malang menggunakan formula kompleksitas yang kami teliti adalah sebagai berikut:

$$KL = 0,3.(1-0,8)+0,3.0,13+0,4.0,15$$

$$KI = 0,4.0,2+0,5.(1-0,9)+0,1.(1-0,9)$$

$$KWP = 0,5.\frac{270}{365}+0,3.(1-0,8)+0,2.(1-0,8)$$

$$KH = 0,3.\frac{20}{100}+0,3.\frac{10}{100}+0,4.0,8$$

$$KAP = 0,2.\frac{29}{100}+0,3.\frac{30}{100}+0,3.\frac{10}{100}+0,2.(1-0,8)$$

$$KO = 0,3.0,13+0,3.(1-0,9)+0,4.\frac{70}{100}$$

$$KP = 0,3.0,349+0,3.0,218+0,2.0,41+0,06.0,47+0,07.0,14+0,07.0,159$$

$$= 0,30123$$

Dari perhitungan diatas maka akan didapatkan nilai kompleksitas dari proyek yaitu sebesar $0,30123 \approx 0,3$

Validasi Menggunakan *Weyuker's Properties*

Hasil validasi menggunakan *Weyuker's properties* yang sudah dimodifikasi adalah sebagai berikut:

- Properti 1: pengukuran harus sederhana dan memiliki nilai. Pengukuran yang kami ajukan sangat sederhana yaitu menghitung metrik berdasarkan bobot parameternya.
- Properti 2: pengukuran harus kuat. Pengukuran yang kami teliti cukup kuat karena mencakup banyak parameter bukan hanya berdasarkan satu bidang saja.

- Properti 3: pengukuran harus memiliki batasan dan skala. Pengukuran yang kami teliti belum memiliki batasan ataupun skala atas proyek yang bisa dihitung kompleksitasnya.
- Properti 4: pengukuran harus konsisten. Serangkaian penghitungan yang kami teliti sudah cukup konsisten.
- Properti 5: pengukuran harus memiliki landasan yang bisa dijelaskan dan divisualisasikan. Parameter yang kami ajukan pada penghitungan kompleksitas proyek ini memiliki dasar yang jelas dan juga datanya bisa divisualisasikan.
- Properti 6: hasil pengukuran harus berupa bilangan positif. Hasil kompleksitas jika dihitung menggunakan metrik yang kami teliti selalu bernilai positif.
- Properti 7: pengukuran harus dapat membedakan kompleksitas setiap parameter. Pengukuran yang kami teliti memisahkan pengukuran antara kompleksitas parameter satu dengan lainnya.
- Properti 8: pengukuran harus dapat membedakan urutan parameter yang sama dan gabungan atau parameter ekuivalen. Pengukuran yang kami teliti membagi kompleksitas berdasarkan parameter yang sejenis atau sebidang kemudian dihitung kembali sigma kompleksitasnya.
- Properti 9: pengukuran harus bisa mempertimbangkan varietas kompleksitas. Pengukuran yang kami teliti mempertimbangkan beberapa aturan yaitu jumlah kerumitan proyek tidak melebihi proyek itu sendiri, jika manajer menambahkan, mengganti atau menghapus nilai, maka nilai kompleksitas juga akan berubah, dan setiap parameter kompleksitas saling berkaitan.

Hasil validasi menggunakan *Weyuker's properties* menunjukkan bahwa pengukuran yang kami teliti telah memenuhi 8 dari 9 properti yang ada.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah melakukan identifikasi bahwa metrik untuk sebuah pengembangan kompleksitas proyek memiliki : Kompleksitas Organisasi, Kompleksitas Alat Pengerjaan, Kompleksitas Hasil, Kompleksitas Waktu Pengerjaan, Kompleksitas Informasi, dan Kompleksitas Lingkungan. Formula kompleksitas pada penelitian ini dapat digambarkan dengan *model tree*. Setelah dilakukan pengujian dengan mengkaji penelitian lain maka diperoleh hasil pengukuran menggunakan formula kompleksitas, bahwa formula kompleksitas yang diajukan lebih rentan atas perubahan yang kecil. Dari hasil validasi *Weyuker's Properties* menunjukan bahwa 8 dari 9 properti telah memenuhi.

REFERENSI

- [1] B. Dao, S. Kermanshachi, J. Shane, S. Anderson, and E. Hare, "Identifying and Measuring Project Complexity," *Procedia Eng.*, vol. 145, pp. 476–482, 2016, doi: 10.1016/j.proeng.2016.04.024.
- [2] A. C. Fauzan, R. Sarno, and M. A. Yaqin, "Petri net arithmetic models for scalable business processes," in *Proceeding - 2017 3rd International Conference on Science in Information Technology: Theory and Application of IT for Education, Industry and Society in Big Data Era, ICSITech 2017*, 2018, pp. 104–109, doi: 10.1109/ICSITech.2017.8257093.
- [3] M. A. Yaqin, R. Sarno, and A. C. Fauzan, "Scalability measurement of business process model using business processes similarity and complexity," in *International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, 2017, vol. 4, no. September, pp. 306–312, doi: 10.11591/eecsi.4.1033.
- [4] A. Yunus, A. C. Fauzan, A. N. Faizin, and K. Sabbihatul, "Analisis Control Flow Complexity Untuk Komparasi Kompleksitas Proses Bisnis Penerimaan Mahasiswa Baru Universitas Nahdlatul Ulama Blitar Berbasis Petri Net Modelling Language," *Ilk. J. Comput. Sci. Appl. Informatics*, vol. 1, no. 2, pp. 39–46, 2019.

- [5] S. M. Abdou, K. Yong, and M. Othman, "Project Complexity Influence on Project management performance-The Malaysian perspective," *MATEC Web Conf.*, vol. 66, 2016, doi: 10.1051/mateconf/20166600065.
- [6] C. Fang and F. Marle, "Dealing with project complexity by matrix-based propagation modelling for project risk analysis," *J. Eng. Des.*, vol. 24, no. 4, pp. 239–256, 2013, doi: 10.1080/09544828.2012.720014.
- [7] D. Baccarini, "The concept of project complexity - A review," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 14, no. 4, pp. 201–204, 1996, doi: 10.1016/0263-7863(95)00093-3.
- [8] T. M. Williams, "The need for new paradigms for complex projects," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 17, no. 5, pp. 269–273, 1999, doi: 10.1016/S0263-7863(98)00047-7.
- [9] Williams, T. "*Modeling complex projects*". John Wiley & Sons, Ltd. 2002.
- [10] Maylor, H. "*Project management (3rd ed.)*". Harlow, UK: FT Prentice Hall. 2003.
- [11] Remington, K., Pollack, J. "*Tools for complex projects*". Aldershot, UK: Gower Publishing company. 2007.
- [12] Girmscheid, Gerhard, Brockmann, Christian. "*The inherent complexity of large scale engineering projects [J]*". *Project Perspectives*, 2008: 22-26..
- [13] Misra, Sanjay. "*Modified Set of Weyuker's Properties.*" In 2006 5th IEEE International Conference on Cognitive Informatics, vol. 1, pp. 242-247. IEEE, 2006.
- [14] Fajramadhani, Adhitya Wijdan, and Fajar Ihsan Kresnandi. "Laporan Kerja Praktik (RC) Metode Pelaksanaan Pekerjaan struktural Proyek Pembangunan Gedung Bersama di Balaikota malang kota Malang," Departemen Teknik Sipil, 2021. [Online]. Available: <https://docplayer.info/206946183-Laporan-kerja-praktik-rc-metode-pelaksanaan-pekerjaan-struktural-proyek-pembangunan-gedung-bersama-di-balaikota-malang-kota-malang.html>. [Accessed: 28-Dec-2021]