

DOI: <https://doi.org/10.31933/jemsi.v5i3>

Received: 30 Desember 2024, Revised: 04 Januari 2024, Publish: 15 Januari 2024

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Analisis Kualitas Production Planning Information System Menggunakan McCall's Framework

Haryanto Tanuwijaya¹, A.B. Tjandrarini²

¹Universitas Dinamika, e-mail: haryanto@dinamika.ac.id

²Universitas Dinamika, e-mail: asteria@dinamika.ac.id

Corresponding Author: asteria@dinamika.ac.id

Abstract: A company in the city of Surabaya has developed a production planning information system which aims to increase company productivity and performance amidst increasingly tight business competition in the digital era. The aim of this research is to analyze the quality of the production planning information system so that it can meet company quality standards. Analysis of the quality of information systems in this research uses McCall's Framework in order to analyze more deeply and comprehensively by focusing on the product operations category. The conclusion of this research is that the production planning information system meets good quality, especially in the factor of correctness (85%), reliability (86.80%), and usability 19.245 ± 10.547 . There is a need to increase the efficiency factor, especially user understanding and skills, and increase the integrity factor, especially the safety sub-factor (40%). The results of this research can be a reference for the development of production planning information systems in the future.

Keyword: Quality of Information System, McCall's Framework, Production Planning Information System

Abstrak: Sebuah perusahaan di kota Surabaya telah mengembangkan *production planning information system* yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dan kinerja perusahaan di tengah persaingan bisnis yang semakin ketat di era digital. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis kualitas *production planning information system* agar dapat memenuhi standar mutu perusahaan. Analisis kualitas sistem informasi pada penelitian ini menggunakan McCall's Framework agar dapat menganalisis lebih mendalam dan menyeluruh dengan difokuskan pada kategori *product operation*. Kesimpulan dari penelitian ini adalah *production planning information system* memenuhi kualitas baik terutama pada faktor *correctness* (85%), *reliability* (86,80s%), dan *usability* $19,245 \pm 10,547$. Perlu peningkatan pada faktor *efficiency* terutama pemahaman dan keterampilan pengguna dan peningkatan faktor *integrity* terutama pada subfaktor *security* (40%). Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan pengembangan *production planning information system* di masa yang akan datang.

Kata Kunci: Kualitas Sistem Informasi, McCall's Framework, Production Planning Information System

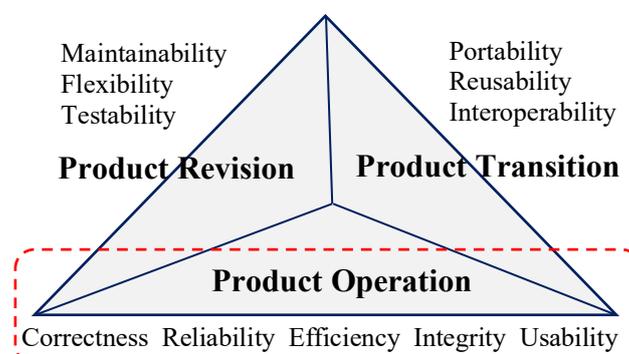
PENDAHULUAN

Pemanfaatan teknologi informasi sudah tidak terelakkan lagi dalam menghadapi persaingan bisnis yang semakin ketat di era digital saat ini. Banyak perusahaan bisnis berupaya menerapkan teknologi informasi untuk membantu meningkatkan kegiatan operasional agar lebih efektif dan efisien dalam menjalankan bisnisnya (Sismadi, dkk, 2022). Perusahaan HC di kota Surabaya telah mengembangkan *production planning information system* disingkat PPIS yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dan kinerja perusahaan (Purnawan, 2016). PPIS yang dikembangkan ini menerapkan metode *Bill of Materials* (BOM) dan telah terintegrasi dengan sistem informasi pembelian, kepegawaian, *inventory*, dan penjualan. Purnawan (2016) menyatakan penggunaan metode BOM pada PPIS sangat penting karena dapat menunjukkan struktur kebergantungan (*dependency structures*) sehingga memudahkan dalam perencanaan kebutuhan bahan baku dalam suatu komponen atau *parts*.

Dalam pengembangan suatu sistem informasi, aspek kualitas merupakan aspek penting karena dapat memengaruhi kinerja sistem informasi itu sendiri (Andriyani, dkk, 2020). Salah satu aspek yang memenuhi kualitas sistem informasi adalah timbulnya kepuasan sebagian besar pengguna sistem informasi tersebut. Kepuasan pengguna juga merupakan salah satu faktor penentu kesuksesan penerapan sistem informasi. Perusahaan HC menginginkan PPIS yang digunakan telah memenuhi sasaran mutu perusahaan. Namun sampai sejauh ini, perusahaan belum melakukan pengukuran tingkat kualitas PPIS sehingga tidak mengetahui sejauh mana kualitas PPIS khususnya dari aspek pengguna. Untuk itu tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis kualitas *production planning information system* (PPIS) menggunakan *McCall's Framework*. Yurindra (2017) menyatakan *McCall's Framework* banyak digunakan dalam pengukuran kualitas sistem disebabkan tiga kategori, yaitu: *product revision*, *product transition*, dan *product operation* yang memungkinkan pengujian kualitas sistem lebih mendalam dan menyeluruh. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan *McCall's Framework* dalam menganalisis kualitas PPIS dengan difokuskan pada kategori *product operation* yang terdiri atas lima faktor, yaitu: *correctness*, *reliability*, *efficiency*, *integrity*, dan *usability*. Kontribusi hasil penelitian ini pada perusahaan adalah dapat dijadikan pedoman pengembangan PPIS di masa mendatang.

METODE

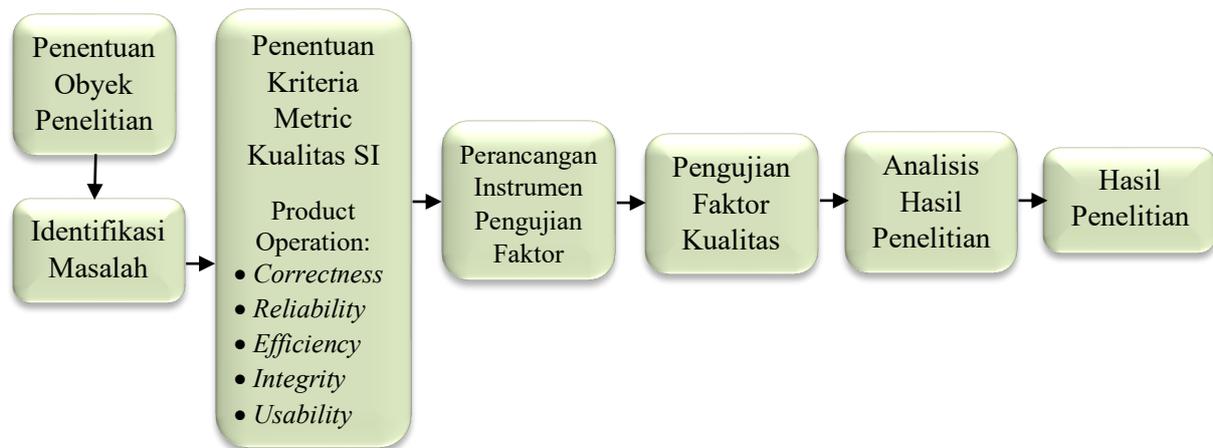
Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif yang di dalam penelitian mendeskripsikan suatu keadaan berpedoman pada sebuah *framework* yang disusun McCall (Mulyanto, 2016). *McCall's Framework* fokus pada kategori *product operation* yang dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber: Pressman (2012)

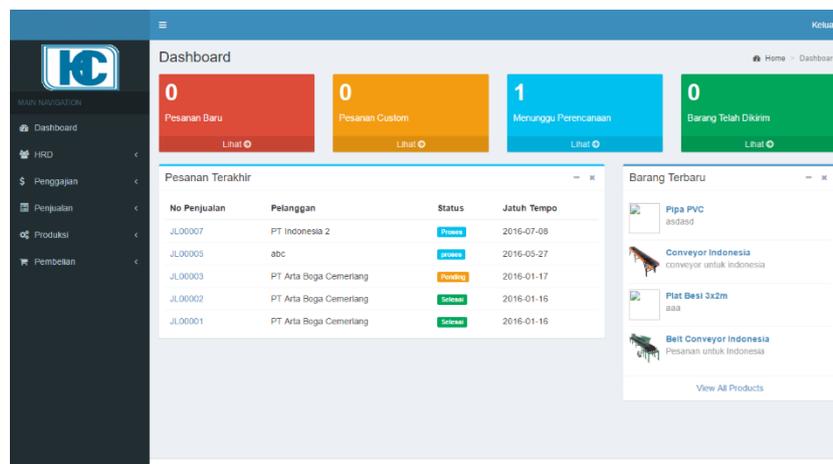
Gambar 1. McCall's Framework

Tahapan pada penelitian ini terdiri atas tujuh tahapan yang disesuaikan dengan tahapan penelitian dimulai dari penentuan obyek penelitian sampai pada hasil penelitian. Tahapan dalam penelitian ini ditunjukkan selengkapnya pada Gambar 2.



Sumber: Mulyanto (2016)
Gambar 2. Tahapan Penelitian

Obyek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *production planning information system* (PPIS) pada Perusahaan HC. Pemilihan obyek penelitian ini dengan pertimbangan bahwa PPIS telah terintegrasi dengan sistem informasi pembelian, karyawan, *inventory*, dan penjualan sehingga cukup kompleks dan sangat penting dalam mengatasi permasalahan perusahaan. Namun sampai sejauh ini kualitas PPIS belum pernah dianalisis melalui tahapan standar atau kerangka pengukuran kualitas apapun. Padahal PPIS ini telah digunakan sejak pertama kali dikembangkan oleh Purnawan (2016) dan telah mengalami beberapa kali pengembangan oleh divisi teknologi informasi perusahaan. Tampilan menu utama pada PPIS ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Menu Utama PPIS

Dalam penelitian ini, instrumen pengukuran faktor *operability* menggunakan kuesioner yang disebarakan kepada para pengguna melalui *Google Form*. Pengguna menjawab pernyataan pada kuesioner menggunakan skala Likert 1-5 yang menyatakan 5 = Sangat Setuju, 4 = Setuju, 3 = Netral, 2 = Tidak Setuju, dan 1 = Sangat Tidak Setuju. Pengukuran *operability* menunjukkan kemudahan pengguna dalam mengoperasikan PPIS. Menurut Badr Interactive (2021) terdapat enam hal yang perlu diukur pada subfaktor *operability*, yaitu: *learnability*, *ease of use*, *helpfulness*, *attractiveness*, *appropriateness* and *recognisability*, dan *technical*

accessibility compliance. Pernyataan kuesioner pengukuran *operability* selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kuesioner Pengukuran *Operability*

No	Pernyataan
1.	PPIS dapat dipelajari dengan mudah.
2.	PPIS dapat dioperasikan dengan mudah.
3.	Semua fitur pada PPIS dapat dicari dengan mudah.
4.	<i>User interface</i> PPIS menyenangkan dan mudah diakses.
5.	PPIS berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna.
6.	PPIS memberikan akses teknis yang mudah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian metrik kualitas PPIS yang berfokus pada kategori *product operation* terdiri atas faktor: *correctness*, *reliability*, *efficiency*, *integrity*, dan *usability* dalam penelitian ini dibahas selengkapnya sebagai berikut:

1. Pengujian *Correctness*

Pengujian *correctness* digunakan untuk mengukur sejauh mana PPIS telah memenuhi spesifikasi dan tujuan misi dari penggunaannya. Nilai metrik faktor *correctness* diperoleh dari rerata nilai tiga subfaktor yaitu *completeness*, *traceability*, dan *consistency* seperti terlihat pada persamaan 1.

$$\text{Nilai } correctness = (completeness + traceability + consistency) / 3 \dots\dots\dots(1)$$

Completeness menunjukkan kesesuaian *input* dan *output* pada pengaksesan fitur-fitur sistem informasi, sedang *Traceability* menunjukkan kemudahan penelusuran kembali data atau informasi yang dibutuhkan pengguna, dan *Consistency* menunjukkan konsistensi keseragaman desain dan dokumentasi pengembangan sistem informasi.

Hasil pengukuran pada 40 fitur PPIS, diperoleh 37 fitur yang sesuai *input* dengan *outputnya* dan hanya 3 fitur yang tidak sesuai. Dengan demikian nilai *completeness* yang diperoleh adalah $37/40 = 92,5\%$. Pengukuran *traceability* pada 40 fitur memperoleh hasil 33 fitur memiliki kesesuaian dan hanya 7 fitur yang tidak sesuai. Dengan demikian nilai *traceability* $33/40 = 82,5\%$. Pada pengukuran *consistency* terhadap 40 fitur diperoleh 32 fitur memiliki kesesuaian dan hanya 8 fitur yang tidak sesuai. Nilai *consistency* yang diperoleh adalah $32/40 = 80\%$. Dengan demikian nilai *correctness* PPIS yang dihitung berdasarkan persamaan 1 adalah:

$$\text{Nilai } correctness = (92,5\% + 82,5\% + 80\%) / 3 = 255\% / 3 = 85\%$$

2. Pengujian *Reliability*

Pengujian *reliability* digunakan untuk mengukur sejauh mana PPIS dapat melaksanakan fungsinya dengan ketelitian tertentu. Nilai metrik *reliability* diperoleh dari rerata 5 subfaktor yaitu *accuracy*, *consistency*, *error tolerance*, *modularity*, dan *simplicity* seperti tampak pada persamaan 2.

$$\text{Nilai } reliability = (accuracy+error\ tolerance+consistency+modularity+simplicity) / 5 \dots\dots(2)$$

Accuracy berfokus pada kebenaran informasi yang diperoleh dengan yang sebenarnya, *Consistency* menunjukkan konsistensi keseragaman desain dan dokumentasi pengembangan sistem informasi, *Error Tolerance* menunjukkan toleransi kesalahan pada saat program mengalami kegagalan, *Modularity* menunjukkan komponen program standar yang berfungsi

secara independen, dan terakhir *Simplicity* menunjukkan kesederhanaan rancangan sistem informasi sehingga mudah dipahami dan digunakan.

Hasil pengukuran pada 48 fitur PPIS, terdapat 42 fitur yang sesuai *input* dengan *outputnya* dan terdapat 6 fitur yang tidak sesuai. Dengan demikian nilai *accuracy* yang diperoleh adalah $42/48 = 87,5\%$. Nilai *consistency* sama dengan perolehan pada pengujian *correctness* yaitu $32/40 = 80\%$. Hasil pengukuran *error tolerance* pada 42 fitur, terdapat 38 fitur yang sesuai dan 4 fitur tidak sesuai sehingga nilai *error tolerance* adalah $38/42 = 90,48\%$. Pengujian *modularity* dilakukan pada 25 fitur dengan hasil 22 fitur yang modular independen dan terdapat 3 fitur yang belum modular independen. Dengan demikian hasil pengujian subfaktor *modularity* adalah $22/25 = 88\%$. Terakhir pengujian *simplicity* pada 25 fitur dengan hasil 22 fitur memenuhi kesederhanaan dan mudah dipahami, sehingga subfaktor *simplicity* memiliki nilai $22/25 = 88\%$.

Dengan demikian nilai metrik *reliability* PPIS yang dihitung berdasarkan persamaan 2 adalah:

$$\text{Nilai reliability} = (87,5\% + 90,48\% + 80\% + 88\% + 88\%) / 5 = 433,98\% / 5 = 86,80\%$$

3. Pengujian Efficiency

Pengujian *efficiency* digunakan untuk mengukur jumlah sumber daya komputasi yang dibutuhkan sistem informasi dalam melaksanakan fungsi-fungsinya. Nilai metrik *efficiency* diperoleh dari rerata 3 subfaktor yaitu *conciseness*, *execution efficiency*, dan *operability* seperti tampak pada persamaan 3.

$$\text{Nilai efficiency} = (\text{conciseness} + \text{execution efficiency} + \text{operability}) / 3 \dots\dots\dots(3)$$

Conciseness menunjukkan ringkas tidaknya sebuah program dengan menghitung *line of commands* (LOC). Perhitungan *conciseness* diperoleh dari rerata total *classes* x 100%, sedangkan nilai rerata total *classes* dapat dihitung menggunakan persamaan 4.

$$\text{Classes X} = \Sigma \text{deklarasi classes X} / \text{Total LOC} \dots\dots\dots(4)$$

Pada penelitian ini berhasil menguji 95 classes dari total 4118 LOC. Nilai rerata *classes* yang dihitung berdasarkan persamaan 4 adalah $95 \text{ classes} / 4118 = 0,023069$. Diperoleh nilai standar deviasi sebesar 0,012539, sehingga nilai *conciseness* adalah $2,31\% \pm 1,25\%$.

Execution efficiency menunjukkan kinerja *run-time* program yang menyatakan efisiensi sistem informasi dalam kaitan penggunaan memori saat sistem informasi dioperasikan menggunakan peralatan tertentu. Mengacu pada Rahmawati, dkk (2016), pengujian *execution efficiency* dalam penelitian menggunakan *browser mozilla firefox* dan *google chrome* pada aktivitas *login*, penambahan permintaan, pembuatan jadwal, penambahan jadwal, perubahan, cetak jadwal, cetak laporan, dan *logout*, dengan perhitungan menggunakan persamaan 5.

$$\text{Execution efficiency} = \text{Rata-rata usage of memory (MB)} / \text{Total RAM (MB)} \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

Hasil pengujian *execution efficiency* menggunakan *browser mozilla firefox* diperoleh nilai sebesar $1,53\% \pm 0,28\%$, sedangkan untuk pengujian menggunakan *browser google chrome* diperoleh nilai sebesar $0,51\% \pm 0,06\%$. Sutiono (2021) menyatakan bahwa semakin kecil penggunaan memori RAM maka semakin efisien pula sistem yang dijalankan. Dengan demikian nilai *execution efficiency* yang paling efisien menggunakan *browser google chrome* sebesar $0,51\% \pm 0,06\%$.

Pada pengujian *operability* dilakukan terhadap sejumlah 25 karyawan pengguna PPIS yang terintegrasi dengan mengisi kuesioner yang dibagikan melalui *google form*. Hasil pengujian *operability* selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran *Operability*

No	Pernyataan	SS	S	N	TS	STS	Jumlah
1	PPIS dapat dipelajari dengan mudah.	9	11	3	1	1	25
2	PPIS dapat dioperasikan dengan mudah.	3	9	9	4	0	25
3	Semua fitur pada PPIS dapat dicari dengan mudah.	8	14	2	1	0	25
4	<i>User interface</i> PPIS menyenangkan dan mudah diakses.	6	9	6	4	0	25
5	PPIS berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna.	5	10	7	3	0	25
6	PPIS memberikan akses teknis yang mudah.	2	6	12	4	1	25
Total		33	59	39	17	2	150

Setelah menghasilkan pengukuran *operability* pada Tabel 2, selanjutnya dilakukan pengukuran dari setiap kategori skala. Nilai perhitungan bobot setiap kategori skala diperoleh dari perkalian bobot skor kategori skala dengan jumlah total setiap bobot sebagai berikut.

Kategori skala “sangat setuju” diperoleh dari $5 \times 33 = 165$.

Demikian dihitung untuk setiap kategori skala dan dijumlahkan menjadi total bobot hingga diperoleh rerata total bobot sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Rerata total bobot} &= ((5 \times 33) + (4 \times 59) + (3 \times 39) + (2 \times 17) + (1 \times 2)) / 5 \\ &= (165 + 236 + 117 + 34 + 2) / 5 = 554 / 5 = 110,8 \end{aligned}$$

$$\text{Standar Deviasi} = 95,38$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai } \textit{operability} &= \text{Rata-rata total bobot} / \text{Jumlah Opsi} = 110,8 / 5 = 22,16 \\ \text{dengan Standar Deviasi} &= 95,38 / 5 = 19,08 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai *operability* sebesar $22,16 \pm 19,08$ yang menyatakan bahwa pengguna PPIS menyatakan setuju akan kemudahan pengoperasian PPIS.

4. Pengujian *Integrity*

Pengujian *Integrity* dilakukan untuk menguji sejauh mana pengendalian akses ke PPIS beserta datanya telah dilakukan perusahaan sehingga terhindar dari akses pihak yang tidak bertanggung jawab. Nilai metrik *Integrity* ditentukan dari rerata tiga subfaktor, yaitu: *auditability*, *instrumentation*, dan *security* seperti ditunjukkan pada persamaan 6.

$$\text{Nilai } \textit{Integrity} = (\textit{auditability} + \textit{instrumentation} + \textit{security}) / 3 \dots\dots\dots(6)$$

Auditability menunjukkan kemudahan memeriksa pemenuhan PPIS terhadap standar yang telah ditetapkan, sedang *Instrumentation* menunjukkan adanya kegiatan pengawasan dan identifikasi terhadap kesalahan pengoperasian PPIS oleh pengguna, dan *Security* menunjukkan ketersediaan kebijakan dan mekanisme pengendalian dan perlindungan terhadap PPIS serta data dan informasi dari kerentanan keamanan.

Hasil pengukuran *auditability* pada 40 fitur PPIS, terdapat 32 fitur yang telah memenuhi standar yang ditetapkan, sedangkan yang tidak sesuai dengan standar 8 fitur. Dengan demikian nilai pengukuran *auditability* adalah $32/40 \times 100\% = 80\%$. Pengukuran *instrumentation* pada 42 fitur mendapatkan hasil 38 fitur teridentifikasi adanya pengendalian kesalahan saat pengoperasian sistem informasi, dan hanya 4 fitur tanpa pengendalian kesalahan. Dengan demikian nilai *instrumentation* adalah $38/42 = 90,48\%$. Menurut Badr Interactive (2021)

terdapat lima hal yang perlu dilakukan pengujian pada subfaktor *security* yaitu *confidentiality*, *integrity*, *authenticity*, *accountability*, dan *non-repudiation*. Hasil pengujian pada *security* ditunjukkan pada Tabel 3, sehingga diperoleh nilai *security* adalah $2/5 = 40\%$. Dengan demikian nilai *integrity* PPIS yang dihitung berdasarkan persamaan 6 adalah:

$$\text{Nilai } integrity = (80\% + 90,48\% + 40\%) / 3 = 210,48\% / 3 = 70,16\%$$

Tabel 3. Hasil Pengujian Subfaktor Security PPIS

No	Pernyataan	Hasil
1.	Hanya pengguna yang telah terotorisasi yang dapat mengakses informasi dari <i>service provider</i> .	Memenuhi
2.	PPIS dapat mencegah modifikasi data oleh pihak tertentu.	Memenuhi
3.	Identitas eksternal <i>service provider</i> terautentikasi sebelum meminta akses ke informasi tertentu.	Tidak Memenuhi
4.	Tindakan entitas dapat ditelusuri secara unik sehingga batas fungsional sistem menjadi jelas.	Tidak Memenuhi
5.	Seluruh aktivitas pada PPIS tercatat dan dapat dijadikan bukti suatu kejadian.	Tidak Memenuhi

5. Pengujian Usability

Pengujian *Usability* dilakukan untuk menguji sejauh mana upaya yang telah dilakukan untuk mempelajari, mengoperasikan serta menyiapkan *input* dan mengartikan *output* dari PPIS. Nilai metrik *usability* ditentukan dari rerata dua subfaktor, yaitu: *operability* dan *training* seperti ditunjukkan pada persamaan 7.

$$\text{Nilai } Usability = (training + operability) / 2 \dots\dots\dots(7)$$

Training menunjukkan sejauh mana PPIS menyediakan fitur yang dapat membantu pengguna baru memahami PPIS sebelum mengoperasikannya. Pada pengujian *Training* dilakukan percobaan sebanyak 20 kali dengan 3 tugas yang dilakukan pada tiap percobaan *training*. Hasil pengujian *training* menunjukkan bahwa PPIS menyediakan rata-rata waktu pemahaman pemakaian sebesar 16,33 detik ± 2,0142 detik. Untuk *operability*, sebagaimana yang sudah dibahas di bagian 3, nilai *operability* yang telah diperoleh adalah sebesar 22,16 ± 19,08. Dengan demikian nilai *usability* dapat dihitung berdasarkan persamaan 7 adalah:

$$\text{Nilai } Usability = (16,33 + 22,16) / 2 \pm (2,0142 + 19,08) / 2 = 19,245 \pm 10,547$$

Berdasarkan pengukuran kelima faktor pada aspek *product operation* dalam penelitian ini menunjukkan faktor *correctness*, *reliability*, dan *usability* sangat baik dalam memenuhi kualitas sistem informasi yang diharapkan, sedangkan faktor *efficiency* perlu ditingkatkan karena terlihat hanya 61,33% pengguna yang menyatakan sangat setuju dan setuju pada subfaktor *operability*, dan perlu peningkatan pada faktor *integrity* terutama pada subfaktor *security* yang hanya terpenuhi 40%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kualitas PPIS menggunakan McCall’s *Framework* dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa secara umum PPIS dapat dinyatakan telah memenuhi kualitas sebagaimana yang diharapkan ditunjang dari tiga faktor yang memenuhi kualitas baik yaitu: *correctness*, *reliability*, dan *usability*. Pada faktor *efficiency* perlu dilakukan pelatihan untuk meningkatkan pemahaman pengguna pada PPIS dan keterampilan pengguna dalam menggunakan fitur yang tersedia pada PPIS. Peningkatan juga perlu dilakukan pada faktor

integrity terutama subfaktor *security* untuk mengurangi risiko akibat kerentanan keamanan dari gangguan pihak yang tidak bertanggung jawab.

Saran pada penelitian ini adalah perlu dilakukan analisis terhadap dua aspek lain pada McCall's *Framework*, yaitu *product revision* dan *product transition*. Perusahaan juga dapat melakukan analisis PPIS menggunakan *framework* lain sebagai pembandingan dengan hasil penelitian ini sehingga dapat menentukan arah pengembangan PPIS di masa mendatang.

REFERENSI

- Andriyani, Y., Dewana, J.A., dan Daqiqil, I.I. 2020. Implementasi McCall's *Framework* Dalam Pengujian Kualitas Perangkat Lunak (Studi Kasus Portal Kuliah Kerja Nyata Universitas Riau). *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 13, no. 2, pp. 201-212.
- Badr Interactive. 2021. *Software Quality Compliance*. Alamat website: <https://badr.co.id>.
- Mulyanto, A. 2016. Pengujian Sistem Informasi Akademik Menggunakan McCall's *Software Quality Framework*. *Jurnal Informatika Sunan Kalijaga*, vol. 1, no. 1, pp. 47-57.
- Pressman, R.S. 2012. *Rekayasa Perangkat Lunak: Pendekatan Praktis, Buku 1 Edisi 7*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Purnawan, Yose. 2016. *Rancang Bangun Aplikasi Perencanaan Produksi Pada CV Herry & Co*. Kerja Praktik S1 Sistem Informasi. Surabaya: Fakultas Teknologi dan Informatika Universitas Dinamika.
- Rahmawati, F., dkk. 2016. Quality Testing of Order Management Information System Based On McCall's Quality Factors. *International Journal Informatics Development*, vol. 5, no. 2, pp. 12–20.
- Sismadi, W., dkk. 2022. Comparative Analysis of Codeigniter, Laravel, and Ktupad Frameworks: Case Study Online Exam Applications. *Indonesian Journal of Applied Research*, vol. 3, no. 3, pp. 207-219.
- Sutiono. 2021. *Pengaruh RAM Terhadap Kerja Komputer*. Alamat website: <https://dosenit.com/hardware/ram/pengaruh-ram-terhadap-kerja-komputer>.
- Yurindra. 2017. *Software Engineering: Pendekatan Model Proses Pengembangan Perangkat Lunak Pendekatan Proses Kematangan & Penilaian Perangkat Lunak*. Yogyakarta: Deepublish.