

Penilaian Kematangan Proses Pengembangan Perangkat Lunak Menggunakan Capability Maturity Model Integration Roadmaps.

Muhammad Isa Wibisono¹, Karmilasari Karmilasari², A'ang Subiyakto²

Abstract— Pengembangan produk perangkat lunak merupakan salah satu faktor penting bagi organisasi untuk menghasilkan layanan produk digital yang berdampak pada digitalisasi proses pengembangannya. Banyak organisasi sistem informasi di Indonesia menghadapi tujuan itu dan berusaha mengevaluasi proses pengembangan perangkat lunak (PPL) dibuktikan dengan pembahasan penelitian tentang topik tingkat kematangan. Dalam penelitian ini dilakukan pada salah satu organisasi perusahaan telekomunikasi Indonesia sebagai penyedia produk digital. Hal ini bertujuan untuk menilai tingkat kematangan proses PPL saat ini sebagai titik awal peningkatan proses pengembangan organisasi untuk menghasilkan kualitas produk terbaik tanpa cacat. Organisasi perlu menilai dan mengevaluasi tingkat kematangan dalam meningkatkan dan kualitas produk serta analisis kematangan dapat digunakan untuk mengungkap kelemahan proses. Hasilnya, organisasi saat ini pada maturity level 2 (ML2) atau Managed, sedangkan untuk ML3 belum terpenuhi semua process area dengan pendekatan CMMI Roadmaps sebagai langkah berikutnya untuk mencapai maturity level 3 (ML3). Beberapa rekomendasi juga diusulkan untuk meningkatkan sisa process area yang belum memenuhi specific process

Keywords— CMMI for Development, CMMI Roadmaps, Maturity Level, SPI

I. PENDAHULUAN

Pengembangan produk perangkat lunak merupakan salah satu faktor penting bagi organisasi untuk menghasilkan layanan produk digital yang berdampak pada digitalisasi proses pengembangannya [1]. Berdasarkan publikasi laporan organisasi Hootsuite tahun 2019, trafik pengguna internet di Indonesia mencapai 150 juta pengguna, yang mempunyai penetrasi pasar sebesar 56% terhadap jumlah penduduk Indonesia [2].

Hal ini menjadi tantangan kebijakan organisasi penyedia layanan digital untuk memasarkan dan menyampaikan produk perangkat lunak kepada pelanggan secara cepat dan tepat. Oleh karena itu, perbaikan proses pengembangan perangkat lunak yang berkelanjutan diperlukan sebagai upaya mempertahankan atau bahkan meningkatkan nilai strategis sistem informasi (SI) dalam mencapai keberhasilan organisasi bisnis dan eksekutif perusahaan [3].

Saat ini, banyak organisasi SI di Indonesia menghadapi tujuan itu dan berusaha mengevaluasi proses pengembangan

perangkat lunak (PPL) dibuktikan dengan pembahasan penelitian tentang topik tingkat kematangan.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan pada salah satu organisasi dalam perusahaan telekomunikasi Indonesia sebagai penyedia produk digital. Hal ini bertujuan untuk menilai tingkat kematangan proses PPL saat ini sebagai titik awal peningkatan proses pengembangan untuk menghasilkan kualitas produk terbaik tanpa cacat.

Meskipun beberapa proses telah dilakukan peningkatan berkelanjutan, namun organisasi masih mengalami mengalami banyak kekurangan dalam penyampaian layanan produk digital. Berdasarkan catatan insiden 6 bulan terakhir, dilaporkan beberapa cacat produk yang sudah dipasarkan.

Menurut von Wangeheim, Anacleto and Salviano, 2006, bahwa kriteria untuk menghasilkan produk dengan kualitas sesuai harapan harus memenuhi tiga kriteria, yaitu tepat waktu, tepat sasaran, dan tepat biaya [4].

Oleh karena itu untuk memudahkan analisis dalam penilaian tingkat akurasi perbaikan proses, maka dalam penelitian ini menggunakan acuan kerangka kerja *Capability Maturity Model Integration for Development* (CMMI-DEV) versi 1.3 dengan pendekatan CMMI Roadmaps. Selanjutnya, hasil analisis proses saat ini, diusulkan rekomendasi sebagai dasar pengembangan produk di masa mendatang menjadi lebih baik [5].

A. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan identifikasi masalah pada penjelasan sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk menjawab beberapa pertanyaan sebagai berikut:

- 1) *Bagaimana bentuk evaluasi kematangan atau kemampuan proses PPL organisasi saat ini?*
- 2) *Apa saja usulan atau rekomendasi yang memungkinkan diterapkan organisasi?*

II. LITERATUR REVIEW

A. Penelitian Terkait

Penelitian yang dilakukan Mewengkang dan Djamen ini untuk mengukur dan meningkatkan kualitas sistem informasi akademik di Universitas Negeri Manado menggunakan metodologi CMMI. Diharapkan juga dapat meningkatkan kinerja dalam sebuah proyek, divisi atau seluruh organisasi di universitas [6].

²K. Karmilasari, *Departemen Pengembangan Komputerisasi Universitas Gunadarma, Indonesia* (e-mail: karmila@staff.gunadarma.ac.id)

³A. Subiyakto, *Prodi Sistem Informasi Universitas Islam Negeri (UIN) Syarif Hidayatullah Jakarta, Indonesia* (e-mail: aang_subiyakto@uinjkt.ac.id)

Penelitian Widodo ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kematangan dan tingkat kapabilitas proses pengembangan perangkat lunak pada unit Virtual Team Development (VTD) [7].

Penelitian Kurniawati, Saputra dan Rachmadi ini menilai tingkat kematangan proses pengembangan perangkat lunak pada Divisi Pengembangan Produk perusahaan dimulai dari proses dasar pengelolaan proyek menggunakan *framework CMMI for Development* versi 1.3 [8].

Penelitian Mahmud, Rachmadi dan Saputra menilai tingkat kapabilitas proses pengembangan produk pada salah satu divisi di perusahaan menggunakan *Capability Maturity Model Integration* (CMMI). Hasil penelitian ini mencapai tujuannya, yaitu mampu mendefinisikan tingkat kapabilitas. Dari hasil penilaian tersebut dilakukan analisis lanjutan dalam memberi solusi pada perusahaan untuk meningkatkan tingkat kapabilitas ke level berikutnya [9].

Penelitian Torrecilla-Salinas dkk., ini mengusulkan rangkain metode Agile dalam mencapai semua proses kematangan menggunakan CMMI-DEV level 3 secara umum dan tujuan spesifik pada studi kasus web environment. Hasil penelitian ini mencapai tujuannya, yaitu model yang digunakan sepenuhnya kompatibel pada kapabilitas level 3. Namun, tetap perlu mengevaluasi Agile pada Scrum *Framework* dalam studi kasus melalui penilaian formal sesuai petunjuk kapabilitas perangkat lunak [10].

Penelitian Ayyagari dan Atoum ini menerapkan dan menyederhanakan tingkat kapabilitas pada model pengembangan perangkat lunak Spiral untuk mencapai kematangan kapabilitas level 2. Hal ini mempunyai tujuan utama untuk mengurangi biaya dan meningkatkan produktivitas dengan menggunakan standar dan praktik terbaik [11].

Berdasarkan literatur terkait, ada beberapa penelitian yang didedikasikan untuk menilai tingkat kematangan. Studi mengenai tingkat kematangan dapat dilakukan dengan menggunakan artefak yang ada, baik dari dokumen atau sistem pendukung proses pengembangan sebagai referensi pemetaan *process area* pada CMMI-Dev 1.3 [12].

B. *Capability Maturity Model Integration* (CMMI).

Dalam panduan CMMI-Dev versi 1.3 Carnegie Mellon University, (2010), *CMMI for Development* adalah model referensi yang mencakup kegiatan pengembangan produk dan layanan. Organisasi dari banyak industri, termasuk penerbangan, perbankan, perangkat keras komputer, perangkat lunak, pertahanan, manufaktur mobil, dan telekomunikasi, menggunakan *CMMI for Development* [12].

Dengan demikian, kerangka kerja CMMI dapat digunakan untuk meningkatkan proses pengembangan perangkat lunak menjadi lebih baik. Kerangka kerja tersebut merupakan kumpulan komponen yang digunakan untuk membangun model CMMI, pelatihan CMMI, dan penilaian CMMI.

Terdapat 4 domain pada 22 *process area* (PA) dalam CMMI-DEV antara lain:

- 1) *Process management*. Domain proses ini mencakup beberapa aktivitas lintas proyek yang berhubungan dengan mendefinisikan, perencanaan, deploying, implementasi, pemantauan, pengendalian, penilaian, pengukuran, dan peningkatan proses-proses. PA yang terlibat adalah: *Organizational Process Definition* (OPD), *Organizational Process Focus* (OPF), *Organizational Performance Management* (OPM), *Organizational Process Performance* (OPP), dan *Organizational Training* (OT).
- 2) *Project Management*. Domain proses ini mencakup aktivitas manajemen proyek yang berhubungan dengan perencanaan, pemantauan, dan pengendalian proyek. PA yang terlibat adalah: *Integrated Project Management* (IPM), *Project Monitoring and Control* (PMC), *Project Planning* (PP), *Quantitative Project Management* (QPM), *Requirements Management* (REQM), *Risk Management* (RSKM), dan *Supplier Agreement Management* (SAM).
- 3) *Engineering*. Domain proses ini mencakup aktivitas pengembangan dan pemeliharaan. PA yang terlibat adalah: *Product Integration* (PI), *Requirements Development* (RD), *Technical Solution* (TS), *Validation* (VAL), dan *Verification* (VER).
- 4) *Support*. Domain proses ini mencakup beberapa aktivitas yang mendukung pengembangan dan pemeliharaan. PA yang terlibat adalah: *Causal Analysis and Resolution* (CAR), *Configuration Management* (CM), *Decision Analysis and Resolution* (DAR), *Measurement and Analysis* (MA), dan *Process and Product Quality Assurance* (PPQA).

C. *CMMI Roadmaps*

CMMI Roadmaps merupakan alat untuk membantu organisasi yang ingin menggunakan representasi berkelanjutan [13]. *Roadmaps* mampu memilih PA yang akan diimplementasi berdasarkan tujuan dan masalah peningkatan PPL yang ingin diselesaikan organisasi [14].

Menurut Hakim, (2015), bahwa organisasi lebih baik menggunakan alat ini saat baru memulai menentukan titik awal peningkatan proses dalam menentukan tingkat kematangan CMMI [15]. Pada petunjuk penilaian kematangan disediakan lima *roadmaps* antara lain: *project*, *product*, *product integration*, *process* dan *measurement roadmap*.

D. *Ekuivalensi Tingkat Maturity dan Capability*

Pada setiap tingkat, baik *maturity* maupun *capability*, terdapat PA yang harus dipenuhi, sehingga suatu organisasi dikatakan memiliki *maturity level* ataupun *capability level*.

Berikut ini merupakan ekuivalen atau persamaan PA yang harus dicapai organisasi apabila ingin mencapai tingkat *maturity* atau *capability level* yang diinginkan beserta perbandingannya.

Name	Abbr.	ML	CL1	CL2	CL3
Configuration Management	CM	2	Target Profile 2		
Measurement and Analysis	MA	2			
Project Monitoring and Control	PMC	2			
Project Planning	PP	2			
Process and Product Quality Assurance	PPQA	2			
Requirements Management	REQM	2			
Supplier Agreement Management	SAM	2			
Decision Analysis and Resolution	DAR	3	Target Profile 3		
Integrated Project Management	IPM	3			
Organizational Process Definition	OPD	3			
Organizational Process Focus	OPF	3			
Organizational Training	OT	3			
Product Integration	PI	3			
Requirements Development	RD	3			
Risk Management	RSKM	3			
Technical Solution	TS	3			
Validation	VAL	3			
Verification	VER	3			
Organizational Process Performance	OPP	4	Target Profile 4		
Quantitative Project Management	QPM	4			
Causal Analysis and Resolution	CAR	5	Target Profile 5		
Organizational Performance Management	OPM	5			

Gambar 1. Ekuivalen *Process Area Maturity* dan *Capability Level* [12]

III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan studi kasus kualitatif yang dibagi dalam empat tahap.

Pertama, pengumpulan data awal, yaitu menentukan masalah dengan mendiskusikan masalah dan merumuskan permasalahan; kedua, melakukan kajian pustaka untuk mengelaborasi perspektif studi terbaru sehubungan dengan masalah penelitian dan merancang tahapan penelitian; ketiga, menentukan kontribusi area proses dalam menganalisis artefak yang ada; keempat, menilai tingkat kematangan proses.

Sebagaimana konteks rekayasa perangkat lunak, dalam studi kasus ini menggunakan pendekatan “*exploratory and improving*” [16] dan *action research* (AR) [17].

Tahap *exploratory* dilakukan melalui wawancara dan observasi dalam upaya menemukan dan mengelaborasi “apa yang terjadi” pada proses PPL organisasi saat ini. Sedangkan tahap *improving*, mengusulkan rekomendasi yang memungkinkan untuk perbaikan proses PPL berikutnya.

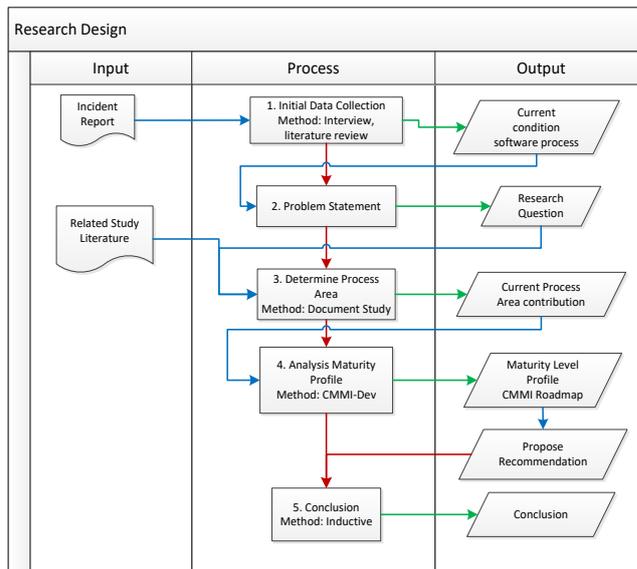
Sesuai dengan pedoman dari Runeson & Höst, (2009a) terdapat dua sumber data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder sebagai berikut [18]:

1) *Data primer* diperoleh dari hasil tanya jawab atau wawancara dan diskusi dengan eksekutif untuk

mengkonfirmasi dalam penentuan tingkat kapabilitas sebagai target organisasi [19], [20].

2) *Data sekunder* didapat dengan melakukan studi pustaka dan studi dokumen organisasi mengenai proses PPL. Hal ini merupakan analisis kualitatif untuk mendapat kesimpulan dan bukti yang kuat dalam memberikan usulan rekomendasi [19].

Berikut ini merupakan tahap penelitian secara rinci dalam bentuk aktifitas sekuensial.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Specific Practice pada Proses PPL Organisasi

Dalam penelitian ini, memahami proses terkait hubungan antar *process area* dalam proses PPL saat ini.

Penentuan *process area* (PA) yang terlibat dalam organisasi membutuhkan analisis antara praktik proses PPL berjalan dengan *specific practice* (SP) pada 22 *process area* CMMI. Oleh karena itu, untuk menentukan PA setiap SP dilakukan dengan menyesuaikan hasil analisis dokumen atau sistem pendukung yang dimiliki oleh organisasi.

Apabila setiap SP pada suatu PA tidak terpenuhi, maka *process area* tersebut untuk saat ini tidak dipilih sebagai prioritas yang akan ditingkatkan atau dapat dihilangkan (eliminasi). Dalam hal ini PA *Supplier Agreement Management* (SAM), karena produk yang dihasilkan organisasi berupa produk perangkat lunak atau *intangible product* [8].

Namun, untuk *process area Risk Management* (RSKM) dapat dipertimbangkan untuk dimiliki organisasi. Akan tetapi dalam penelitian ini, PA tersebut juga akan dihilangkan, karena belum ada praktik tersebut pada proses PPL berjalan.

Tabel 1.

Hasil Analisis Praktik *Specific Practice* pada Setiap *Process Area*

No	Process Area	SP Terpenuhi	Total SP
1	Causal Analysis and Resolution (CAR)	3	5
2	Configuration Management (CM)	7	7
3	Decision Analysis and Resolution (DAR)	3	6
4	Integrated Project Management (IPM)	6	9

5	Measurement and Analysis (MA)	8	8
6	Organizational Process Definition (OPD)	7	7
7	Organizational Process Focus (OPF)	4	9
8	Organizational Performance Management (OPM)	8	10
9	Organizational Process Performance (OPP)	5	5
10	Organizational Training (OT)	5	7
11	Product Integration (PI)	7	9
12	Project Monitoring and Control (PMC)	10	10
13	Project Planning (PP)	14	14
14	Process and Product Quality Assurance (PPQA)	4	4
15	Quantitative Project Management (QPM)	5	7
16	Requirements Development (RD)	9	10
17	Requirements Management (REQM)	5	5
18	Risk Management (RSKM)	0	7
19	Supplier Agreement Management (SAM)	0	6
20	Technical Solution (TS)	5	8
21	Validation (VAL)	5	5
22	Verification (VER)	5	8
Total		125	166

Hasil analisis pada Tabel 1, menyatakan prioritas *process area* (PA) sedikitnya memiliki satu SP yang terpenuhi. Dengan demikian, organisasi dalam proses PPL saat ini mempunyai 20 dari 22 PA yang ada.

Oleh karena itu, menurut analisis ekuivalensi praktik SP dari Tabel 1, tingkat kematangan organisasi dapat diidentifikasi sebagai Maturity Level 2 (ML2). Hal ini karena semua PA pada ML2 dapat memenuhi semua SP, sedangkan untuk ML3 tidak memenuhi semua PA [21]. Semua PA pada ML2 dapat dijelaskan dalam Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2.

Process Area	Maturity Level
Requirements Management (REQM)	2-Managed
Project Planning (PP)	2-Managed
Project Monitoring and Control (PMC)	2-Managed
Measurement and Analysis (MA)	2-Managed
Process and Product Quality Assurance (PPQA)	2-Managed
Configuration Management (CM)	2-Managed
Supplier Agreement Management (SAM)	Deleted

Namun demikian, berdasarkan Tabel 2, hasil analisis saat ini dan wawancara dengan manajemen eksekutif, mereka menghindari perubahan ekstrim untuk mencapai ML3.

Sehingga, merujuk pada pedoman CMMI-Dev versi 1.3, dapat menggunakan pendekatan CMMI Roadmaps untuk mencapai ML3 [13].

B. Penilaian Tingkat Kematangan pada CMMI Roadmaps

Hasil dari wawancara dengan manajemen eksekutif, menentukan prioritas roadmaps, yaitu *project roadmap* dan *product roadmap*. Sehingga PA yang dipilih untuk analisis tingkat kematangan meliputi: *Project Planning* (PP), *Project Monitoring and Control* (PMC), *Requirements Management*

(REQM), *Configuration Management* (CM), *Process and Product Quality Assurance* (PPQA), *Requirements Development* (RD), *Technical Solution* (TS), *Verification* (VER).

Tabel 3.

No	Process Area	Maturity Level
1	Project Planning (PP)	2-Managed
2	Project Monitoring and Control (PMC)	2-Managed
3	Requirements Management (REQM)	2-Managed
4	Configuration Management (CM)	2-Managed
5	Process and Product Quality Assurance (PPQA)	2-Managed
6	Requirements Development (RD)	0-Incomplete
7	Technical Solution (TS)	0-Incomplete
8	Verification (VER)	0-Incomplete

Terdapat 3 PA yang tidak memenuhi semua SP, yaitu *Requirement Development* (RD), *Technical Solution* (TS) dan *Verification* (VER). Tabel 3 di bawah ini menggambarkan prosentase kesenjangan yang harus dicapai untuk SP saat ini sesuai dengan CMMI Roadmaps.

Tabel 4.

PA	Total SP	SP Terpenuhi	Prosentase	Gap
RD	10	9	90%	10%
TS	8	5	62,50%	37,50%

VER	8	5	62,50%	37,50%
-----	---	---	--------	--------

C. Analisis Kesenjangan Process Area

Berdasarkan analisis lanjutan untuk tiga PA tersebut, terdapat penyebab masalah yang mempunyai kemiripan satu sama lain terkait kesenjangan PA yang tidak memenuhi semua SP, yaitu *process area* RD, TS, dan VER. Terdapat empat faktor sumber masalah yang mempunyai kemiripan, antara lain:

- 1) *Proses tidak ada. Process area TS dapat teridentifikasi masalah: Pertama, menulis dan menganalisis setiap alternatif yang ditemukan dalam dokumen. Kedua, analisis mana yang lebih baik, membangun sendiri, membeli, atau mendaur ulang produk yang ada. Process area VER mempunyai penyebab masalah utama: Pentingnya melakukan pemeriksaan lebih lanjut hasil verifikasi dan melakukan analisis untuk menghindari cacat produk.*
- 2) *Dokumen tidak lengkap. Process area RD teridentifikasi sumber masalah: Pentingnya membangun komunikasi lintas fungsi mengenai risiko produk dan analisis yang menentukan daur ulang, biaya, skema produk. Process area TS teridentifikasi sumber masalah: Kurangnya penentuan biaya, manfaat, dan risiko antara alternatif produk, pemantauan perubahan produk selama proses pengembangan perangkat lunak. Process area VER teridentifikasi sumber masalah: Tidak ada pengembangan analisis pada hasil pengujian untuk menghindari cacat produk.*
- 3) *Tidak tercakup dalam sistem pendukung. Process area RD teridentifikasi sumber masalah: Mendefinisikan laporan produk dalam sistem pendukung yang dipakai saat ini untuk analisis kebutuhan dan risiko terhadap pengembangan produk. Process area TS teridentifikasi sumber masalah: Laporan produk yang diperlukan dalam sistem pendukung untuk analisis solusi alternatif dan membuat keputusan untuk daur ulang atau membuat pengembangan produk baru. Process area VER teridentifikasi sumber masalah: kebutuhan untuk menganalisis hasil pengujian produk pada sistem pendukung untuk memastikan kualitas produk.*
- 4) *Sumberdaya kurang pengetahuan. Process area RD teridentifikasi sumber masalah: Pertama, lemahnya kolaborasi dengan tim lain yang relevan untuk koordinasi kegiatan pengembangan yang dibutuhkan. Kedua, penting untuk menganalisis kebutuhan biaya, skema produk, dan risiko pengembangan perangkat lunak. Process area TS teridentifikasi sumber masalah: Pertama, melakukan analisis alternatif untuk memberikan solusi bagi pelanggan. Kedua, melakukan analisis produk yang ada untuk keputusan rekayasa ulang atau membangun kembali pengembangan produk.*

D. Usulan Rekomendasi Perbaikan Proses PPL

Berdasarkan pengumpulan data dan hasil penilaian dalam pendekatan CMMI Roadmaps, untuk mencapai CMMI ML3, setiap praktik harus dilaksanakan secara menyeluruh.

Hal ini dapat dilakukan dengan tujuan agar tidak ada kesenjangan (*gap*) antara praktik yang dilakukan dalam organisasi. Berikut ini adalah usulan rekomendasi sebagai solusi terhadap sumber masalah:

- 1) *Proses tidak ada. Dapat dilakukan dengan membuat dan mengembangkan standar operasi baru untuk setiap*

tahap proses PPL, mendistribusikan standar baru ke semua tim dan menjadi tanggung jawab mengenai apa yang perlu dilakukan [22].

- 2) *skomendasi pada masalah ini. Pertama, menerapkan peer programming atau melakukan sharing knowledge, pelatihan formal [23].*

Oleh karena itu, jika organisasi melaksanakan semua rekomendasi tersebut, maka hal itu akan memperoleh beberapa manfaat terkait peningkatan proses PPL [24].

V. PENUTUP

Dalam penelitian ini menyajikan dua kontribusi. Pertama, analisis tingkat kematangan proses PPL organisasi saat ini. Kedua, mengusulkan rekomendasi mengenai sumber masalah yang terjadi pada organisasi. Berdasarkan hasil evaluasi dan prioritas CMMI Roadmaps dapat mengungkapkan beberapa fakta.

Pertama, tingkat kematangan organisasi saat ini pada *Maturity Level 2* atau *Managed*. Hal ini karena 6 PA terpenuhi pada evaluasi ML2 CMMI-Dev 1.3. Dengan *process area* REQM, PP, PMC, MA, PPQA dan CM telah terimplementasi pada dokumen dan sistem pendukung terkait dengan semua *specific practice* (SP) dan *generic practice*.

Kedua, organisasi menggunakan pendekatan CMMI Roadmaps untuk mencapai *maturity level 3* (ML3). Terdapat tiga PA tidak terpenuhi semua SP, yaitu pada PA RD, TS, dan VER. Berdasarkan hasil analisis, terdapat 4 usulan rekomendasi untuk meningkatkan kelengkapan SP. Jika organisasi menerapkan rekomendasi tersebut secara menyeluruh, maka akan mencapai ML3 dengan pendekatan CMMI Roadmaps.

REFERENSI

- [1] M. I. Wibisono, R. S. Utami, F. Ridha, and A. B. Setyawan, "The Automated Test Software Design and Cost Benefit in Sanity Testing," in *Proceeding UG Economics Faculty International Conference (UGEFIG)*, 2018, pp. 1–10.
- [2] Hootsuite Media Inc, "DIGITAL 2019," 2019.
- [3] J. W. Satzinger, R. B. Jackson, and S. D. Burd, *Systems Analysis & Design in a Changing World, Fifth Edition*. 2012.
- [4] C. G. von Wangenheim, A. Anacleto, and C. F. Salviano, "Helping Small Companies Assess Software Processes," *IEEE Softw.*, vol. 23, no. 1, pp. 91–98, 2006.
- [5] P. Griesberger Susanne Leist Gregor Zellner, "Analysis of Techniques for Business Process Improvement," in *European Conference on Information Systems*, 2011, pp. 1–8.
- [6] A. Mewengkang and A. C. Djamen, "Pemanfaatan Capability Maturity Model Integration (CMMI) Untuk Meningkatkan Kualitas Perangkat Lunak (Studi Kasus : Sistem Informasi Akademik Universitas Negeri Manado)," *Eng. Educ. J.*, vol. 4, no. 3, pp. 2–6, 2016.
- [7] W. Widodo, "Evaluasi Proses Pengembangan Perangkat Lunak pada Virtual Team Development Menggunakan CMMI Versi 1.3," *J. Inform.*, vol. 10, no. 1, pp. 1140–1148, 2016.
- [8] I. Kurniawati, M. C. Saputra, and A. Rachmadi, "Penilaian Tingkat Kematangan Proses Pengembangan Perangkat Lunak Menggunakan Framework CMMI-Dev 1.3 Pada PT. ABC," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 12, pp. 6457–6466, 2018.
- [9] A. M. Mahmud, A. Rachmadi, and M. C. Saputra, "Penilaian Kapabilitas Pengembangan Perangkat Lunak Pada Perusahaan Pengembang Perangkat Lunak Menggunakan CMMI – DEV 1 . 3 (Studi)," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 11, pp. 5567–5576, 2018.
- [10] C. J. Torrecilla-Salinas, J. Sedeño, M. J. Escalona, and M. Mejías, "Mapping Agile Practices to CMMI-DEV Level 3 in Web Development Environments," in *23rd International Conference on Information Systems Development, ISD 2014*, 2014, pp. 348–355.
- [11] M. R. Ayyagari and I. Atoum, "CMMI-DEV Implementation

- Simplified: A spiral Software Model,” *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 10, no. 4, pp. 445–450, 2019.
- [12] C. P. T. Carnegie Mellon University, “CMMI for Development, Version 1.3,” 2010.
- [13] J. J. Cannegieter, A. Heijstek, B. Linders, and R. van Solingen, “CMMI Roadmaps,” Pittsburgh, 2008.
- [14] A. Rachmaniar and W. Handrini, “Perancangan Sistem Penggajian Karyawan Berbasis Desktop pada PT. Elenbee Cipta Desain,” *J. Ilm. KOMPUTASI*, vol. 18, no. 4, pp. 337–348, 2019.
- [15] A. B. Hakim, “Penerapan CMMI Pada Perusahaan Kecil : Studi Kasus PT . Logix System Technology,” *I-STATEMENT*, vol. 1, no. 4, pp. 1–14, 2015.
- [16] P. Runeson and M. Höst, “Tutorial: Case studies in software engineering,” in *Lecture Notes in Business Information Processing*, 2009, vol. 32 LNBIP, pp. 441–442.
- [17] T. Gorschek and C. Wohlin, “A Model for Technology Transfer in Practice,” *J. IEEE Softw.*, vol. 23, no. 6, pp. 88–95, 2006.
- [18] P. Runeson and M. Höst, “Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering,” *Empir. Softw. Eng.*, vol. 14, pp. 131–164, 2009.
- [19] A. Hasibuan Z, *Metodologi Penelitian pada Bidang Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*. Depok: Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia, 2007.
- [20] P. D. SUGIYONO, *Statistika Untuk Penelitian*, 11th ed. Bandung: ALFABETA BANDUNG, 2007.
- [21] F. S. Silva *et al.*, “Using CMMI together with agile software development: A systematic review,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 58, no. 1, pp. 20–43, 2015.
- [22] V. Serrano, A. Tereso, P. Ribeiro, and M. Brito, “Standardization of Processes Applying CMMI Best Practices,” *Adv. Inf. Syst. Technol.*, vol. 206, pp. 455–467, 2013.
- [23] N. M. Rodrigues and A. K. Lingappa, “Six Sigma and CMMI,” *IOSR J. Comput. Eng.*, vol. 16, no. 4, pp. 1–5, 2014.
- [24] I. Solichah, M. Hamilton, P. Mursanto, C. Ryan, and M. Perepletchikov, “Exploration on Software Complexity Metrics for Business Process Model and Notation,” in *ICACISIS 2013*, 2013, pp. 978–979.
- [25] N. Ionel, “Critical Analysys of the Scrum Project Management Methodology,” *Ann. Univ. Oradea, Econ. Sci. Ser.*, vol. 17, no. 4, pp. 435–441, 2008.
- [26] M. Paasivaara, S. Durasiewicz, and C. Lassenius, “Using Scrum in Distributed Agile Development: A Multiple Case Study,” *2009 Fourth IEEE Int. Conf. Glob. Softw. Eng.*, pp. 195–204, 2009.
- [27] A. Rasnaxis and S. Berzisa, “Method for Adaptation and Implementation of Agile Project Management Methodology,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 104, no. December 2016, pp. 43–50, 2016.