

PERBAIKAN MANAJEMEN PROSES PERANGKAT LUNAK BERBASIS WEB MENGGUNAKAN PEMODELAN WSPIM

Agus Hermanto^{*}, Aang Kisnu Darmawan^{**}, Ery Sadewa Yudha Wrahatnala^{*}

^{*}Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945

^{**}Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Islam Madura

Email: ^{*}hermanto_if@untag-sby.ac.id, ^{**}k.darmawan@gmail.com

ABSTRAK

Peningkatan proses berkelanjutan pada pengembangan perangkat lunak adalah aspek yang sangat penting dalam organisasi pengembangan perangkat lunak berbasis web untuk memenuhi tujuan organisasi yang hemat biaya. Berdasarkan bukti-bukti penelitian sebelumnya, menunjukkan sebagian besar organisasi pengembangan perangkat lunak berbasis web menghadapi hambatan besar untuk mengadopsi model dan standar perbaikan manajemen proses perangkat lunak yang ada. Karena mereka menganggap mereka berorientasi pada organisasi perangkat lunak tradisional. Pada artikel ini, kami ingin mengetahui pengaruh nyata penggunaan model kematangan peningkatan proses perangkat lunak untuk memandu organisasi pengembangan perangkat lunak berbasis web dalam meningkatkan program implementasi peningkatan proses perangkat lunak yang mereka miliki dengan belajar dari pengalaman organisasi lain yang sudah ada dalam mengembangkan proyek berbasis web. Kekuatan pada model yang kami gunakan adalah pemeriksaan dan analisis pendekatan peningkatan proses perangkat lunak yang ditemukan dalam literatur. Selain itu, model ini terinspirasi dari model CMMI dan didasarkan pada faktor penentu keberhasilan dan praktik terbaik yang diidentifikasi melalui literatur. Hasil yang dicapai menunjukkan ada pengaruh positif model dengan implementasi di dunia nyata.

Kata Kunci: software, CMMI, WSPIM, manajemen proses, model kematangan

1. Pendahuluan

Teknologi web yang terus berkembang dan semakin massif dalam masyarakat, menjadikan penggunaannya memiliki harapan dan kebutuhan yang cukup besar [1], pada sistem berbasis web dan aplikasi menggunakan komponen penyusun yang kompleks

Organisasi pengembang software membutuhkan cara baru untuk membuat desain dan pengembangan tetapi menghadirkan masalah dan tantangan yang sama seperti sistem informasi tradisional. Oleh karena itu, teknik rekayasa perangkat lunak yang sama masih diperlukan tetapi proses tersebut sebaiknya wajib mempertimbangkan perbedaan ini. [2].

Aplikasi berbasis web berbeda dari aplikasi lain dari sudut pandang produk dan proses. Sebagai produk, mereka berbeda dari sistem tradisional dengan cara berikut [3]:

- Aplikasi berbasis web didistribusikan dan berbasis komponen, dan merupakan bagian dari paradigma klien / server dalam arti bahwa mereka terdiri dari serangkaian komponen seperti server, database, middleware, dan lain-lain.
- Keandalan tinggi: Aplikasi web secara umum dan aplikasi E-commerce khususnya, harus memiliki keandalan tinggi dalam

arti bahwa server diharapkan tersedia sepanjang waktu.

- Skalabilitas Tinggi: Aplikasi web memiliki potensi untuk menarik dan menjangkau audiens yang sangat luas.
- Kegunaan Tinggi: Pengguna aplikasi Web biasanya anggota masyarakat umum, bukan pakar teknis. Aplikasi Web harus memiliki potensi untuk menarik pengguna tersebut. Oleh karena itu, kegunaan dan visibilitas produk web harus tinggi. Juga, tidak ada batasan geografis dan oleh karena itu masalah budaya dan bahasa perlu diingat.
- Keamanan: Di banyak aplikasi Web (e-banking, e-commerce dan lain-lain.), keamanan adalah perhatian utama.
- Penjualan (iklan, popularitas situs web, dan lain-lain.).Pemasaran merupakan perhatian utama sebagian besar aplikasi web. Begitu banyak ide pemasaran yang perlu dimasukkan dalam suatu aplikasi.

Aplikasi web juga berbeda dari aplikasi tradisional dari sudut pandang proses: ada lebih banyak teknologi (HTML, XML, protokol jaringan, multimedia, Java dan bahasa skrip) dan dengan demikian, banyak peran (coder, pengembang, desainer grafis, masalah hukum, dan lain-lain) [4]. yang harus dikelola. Selain itu, waktu yang lebih singkat untuk memasarkan, siklus hidup produk yang lebih pendek dan pemeliharaan berkelanjutan jauh lebih jelas dalam hal aplikasi Web dibandingkan dengan yang tradisional.

Sayangnya, pengembangan dan pemeliharaan sebagian besar proyek aplikasi berbasis web belum baik dan jauh dari dapat diterima [5].

Meningkatnya tuntutan dalam industri aplikasi berbasis web untuk

menemukan pendekatan yang dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas untuk pengembangan aplikasi berbasis web, melalui perbaikan berkelanjutan dari proses aplikasi berbasis web dan proses ini disebut peningkatan manajemen proses perangkat lunak. Ide utamanya adalah melalui memahami proses yang ada dan mengubah proses ini untuk meningkatkan kualitas produk dan / atau mengurangi biaya dan waktu pengembangan [6].

Dalam artikel ini, kami akan mendefinisikan model kualitas umum untuk proses web dengan tujuan meningkatkan produk web (selain meningkatkan kualitas proses web). Untuk melakukan ini kami mengadopsi model proses generic, yaitu WSPIM dan melakukan observasi di komunitas dan organisasi pengembang perangkat lunak.

2. Tinjauan Pustaka

Saat ini, sistem dan aplikasi berbasis Web sedang menjadi bagian utama dari kehidupan kita sehari-hari, dan menyediakan berbagai konten dan fungsi yang kompleks untuk sejumlah besar pengguna heterogen. Dengan meningkatnya ketergantungan pada sistem dan aplikasi berbasis Web, pentingnya kinerja, keandalan, dan kualitasnya menjadi sangat penting [7].

Rekayasa Web adalah cara sistematis untuk mengelola kompleksitas dan variasi aplikasi Web. Hal ini berfokus pada pengembangan dan pengorganisasian pengetahuan baru tentang pengembangan aplikasi Web dan penerapan pengetahuan itu untuk mengembangkan aplikasi Web dan untuk mengatasi persyaratan dan tantangan baru, yang mungkin terjadi selama proses pengembangan aplikasi [8].

Sistem berbasis web yang dikembangkan cenderung cepat aus. Mereka juga membutuhkan biaya tinggi untuk mengubah desainnya berdasarkan persyaratan baru [8]. Masalah ini disebabkan oleh fokus pada artefak yang dihasilkan daripada mengelola dan meningkatkan proses. Oleh karena itu, perbaikan proses perangkat lunak menjadi semakin penting demi keberhasilan pengembangan proyek perangkat lunak berbasis web yang sangat tergantung pada penyelesaian masalah, belajar dari pengalaman orang lain, mengurangi ketidakpastian dan memenuhi kebutuhan pemegang saham dengan biaya yang efektif dan waktu yang efisien.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan perbaikan proses adalah CMMI [9] [10]. Metode tersebut dapat memberikan kerangka kerja panduan yang efektif untuk menentukan kematangan organisasi dan kemampuan proses yang berfokus pada serangkaian bidang proses yang terkait dengan kapabilitas dan peningkatan proses perangkat lunak. CMMI memiliki dua representasi model, yaitu : model bertahap yang digunakan untuk mengevaluasi kemampuan organisasi secara keseluruhan, sedangkan model kontinu digunakan untuk menilai kematangan area proses tertentu dalam organisasi [10].

CMMI memiliki banyak definisi teknis dan dokumentasi karena itu secara praktis mencakup semuanya, mulai dari proses tingkat awal hingga tingkat yang dioptimalkan, sehingga dapat menciptakan ambiguitas dan hambatan dalam proyek berbasis web [11]. Oleh karena itu, kami mengadakan studi literatur model peningkatan pe-rangkat lunak baru yang dapat dise-suaikan dengan

konteks proyek berbasis web adalah tujuan dari model yang diusulkan dalam artikel ini.

Model kematangan peningkatan proses perangkat lunak berbasis web yang diusulkan adalah WSPIM [12]. Model tersebut dirancang untuk memandu organisasi pengembangan perangkat lunak berbasis web untuk meningkatkan proses implementasi peningkatan proses perangkat lunak yang sedang dikembangkan dengan belajar dari pengalaman organisasi lain yang sudah ada dalam mengembangkan proyek berbasis web.

Kerangka kerja memproduksi WSPIM-Model dibagi menjadi dua bagian. Bagian pertama merupakan definisi teoretis dari model RIAP (*Risk Identification Architecture Pattern*), yang digunakan untuk mengelola risiko dalam proyek Web. Tujuan utama dari bagian pertama adalah untuk mengidentifikasi faktor penentu keberhasilan dan praktik terbaik yang disajikan dalam literatur SPI (*software improvement process*) yang dapat digunakan untuk membangun RIAP. Bagian kedua terdiri dari transformasi WSPIM-Model menjadi model operasional. Tujuan utama dari bagian kedua adalah menggunakan pendekatan yang terkenal dengan model maturity maturity mean Integration (CMMI) yang dapat membawa lebih banyak struktur dan formalisme untuk meningkatkan proses implementasi SPI dalam proyek berbasis web.

3. Metode

Kerangka kerja memproduksi WSPIM-Model dibagi menjadi dua bagian. Bagian pertama merupakan definisi teoretis dari model RIAP. Tujuan utama dari bagian pertama adalah untuk mengidentifikasi faktor penentu keberhasilan dan praktik

terbaik yang disajikan dalam literatur SPI yang dapat digunakan untuk membangun RIAP. Bagian kedua terdiri dari transformasi WSPIM-Model menjadi model operasional. Tujuan utama dari bagian kedua adalah untuk menggunakan pendekatan yang terkenal dengan model kematangan kemampuan rata-rata integrasi (CMMI) yang dapat membawa lebih banyak struktur dan formalisme untuk meningkatkan proses implementasi SPI dalam proyek berbasis web.

Langkah pertama dalam pengembangan model apa pun adalah mengumpulkan informasi yang diperlukan. Hal ini telah dicapai sebagai input untuk WSPIM-Model oleh literatur SPI. Data yang dikumpulkan dalam makalah ini berasal dari berbagai artikel penelitian dan studi kasus yang telah diimplementasikan dalam lingkungan pengembangan perangkat lunak berbasis web. Data yang dikumpulkan dalam makalah ini sepenuhnya didasarkan pada tinjauan literatur SPI yang dilakukan pada proyek berbasis web. Selama tinjauan literatur, satu set studi yang berkaitan dengan SPI dipelajari dan diklasifikasikan, dengan fokus pada implementasi SPI dan faktor kritis yang mempengaruhi kesuksesan developer. Tujuan

dari ini adalah untuk mendapatkan gambaran yang baik tentang model SPI, praktik terbaik dan solusi masalah, dan faktor penentu keberhasilan yang harus didukung oleh implementasi SPI. Hasil yang dicapai dari tinjauan literatur, menunjukkan terdapat banyak faktor keberhasilan dan implementasi SPI. Selanjutnya, penelitian menganalisis daftar faktor keberhasilan dan praktik terbaik untuk mengidentifikasi kembali dan mendapatkan hasil implementasi yang menggunakan SPI membutuhkan pengalaman kehidupan nyata untuk developer yang belajar dari kesalahan dan terus-menerus meningkatkan proses implementasi.

Penggunaan teknik analisis frekuensi dalam studi ini [13], bertujuan untuk mengukur kemunculan setiap faktor keberhasilan dalam literatur. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 1, menunjukkan prosentasi faktor kesuksesan kritis yang digunakan dalam SPI [12]. Perhitungan perbandingan menggunakan prinsip prosentase y untuk faktor kesuksesan x berarti bahwa faktor kesuksesan y adalah dikutip dalam satuan prosen dari literatur, yaitu jika suatu faktor dikutip sejumlah 15 kali dari 20 artikel.

Tabel 1. Faktor-faktor keberhasilan kritis

Faktor Keberhasilan Kritis	Kejadian dalam literature (n=47)	
	Frekuensi	Prosentase
Tujuan SPI telah disetujui dan ditetapkan	12	26
Adanya kesadaran pentingnya SPI	38	80
Kerjasama Tim	8	17
Dukungan komunikasi	11	23
Perencanaan Proyek	18	38
Staf yang berpengalaman	13	28
Keterlibatan Staf	24	51
Pelatihan dan mentoring	13	28
Pemahaman dan manajemen kebutuhan	42	87
Komitmen manajemen senior	31	66

Faktor Keberhasilan Kritis	Kejadian dalam literature (n=47)	
	Frekuensi	Prosentase
Integrasi Produk	11	23
Peninjauan Ulang	15	31
Harapan manajemen yang tidak realistis	7	15

Bagian kedua adalah untuk menemukan proses implementasi terbaik dan solusi masalah yang telah dilaksanakan selama program proses peningkatan implementasi.

Dalam definisi yang digunakan penelitian ini, proses implementasi yang berkontribusi positif dianggap solusi terbaik. Selanjutnya, kami membuat pemetaan faktor penentu keberhasilan dengan dengan solusi terbaik untuk menghindari duplikasi. Hasil pemetaan dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini [12].

Pemodelan WSPIM dibuat berdasarkan pengembangan model CMMI karena model tersebut terbukti berhasil diterapkan di berbagai proyek pengembangan perangkat lunak. Keuntungan utama menggunakan CMMI adalah untuk mengurangi biaya, menggunakan sumber daya secara efisien, mengelola sumber daya untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi [11]. Peningkatan proses tidak hanya berarti mengadopsi metode tertentu atau menggunakan proses generik yang dipublikasikan, selalu ada faktor lain yang

mempengaruhi proses seperti: faktor organisasi lokal, standar, lingkungan dan budaya lokal, dan prosedur. Dengan mempertimbangkan bahwa aplikasi Web berbeda dari aplikasi perangkat lunak tradisional, arsitektur CMMI telah disesuaikan dalam model yang diusulkan agar sesuai dengan proyek berbasis Web, beberapa perubahan ini diilustrasikan di bawah ini:

1. Area proses telah diganti dengan faktor keberhasilan kritis.
2. Cara implementasi yang terbukti berhasil telah didefinisikan untuk setiap faktor keberhasilan kritis
3. Faktor keberhasilan kritis dan cara implementasi kemudian diklasifikasi ke dalam empat kelompok.

Pemodelan WSPIM menggunakan empat tingkat kematangan dengan menghilangkan level initial pada CMMI, sehingga level 1 disebut dengan *awareness*, level 2 disebut dengan *defined*, level 3 disebut dengan *quantitatively*, dan level 4 disebut *optimizing*.

Tabel 2. Pemetaan antara solusi dan faktor keberhasilan kritis yang sesuai

Faktor Keberhasilan Kritis	Solusi
Kesadaran tentang SPI	<ol style="list-style-type: none"> 1. Manfaat SPI telah didukung di antara anggota staf perusahaan sebelum SPI dimulai. 2. Manajemen puncak memahami biaya dan manfaat SPI sebelum SPI dimulai dan bersedia berinvestasi di SPI. 3. Anggota staf memahami tugas mereka selama implementasi SPI. 4. Sebuah strategi telah diakui untuk menjadikan SPI sebagai bagian dari budaya bisnis.
Pemahaman Persyaratan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mulai ulasan persyaratan informal

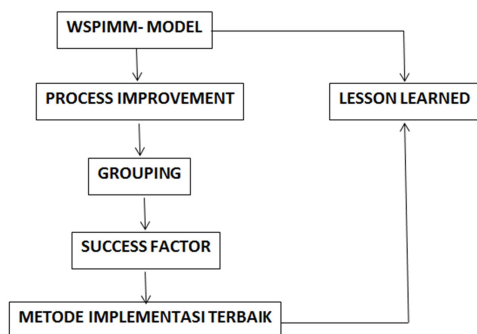
Faktor Keberhasilan Kritis	Solusi
	<ol style="list-style-type: none"> 2. Mulai ulasan persyaratan formal 3. Membuat dan memelihara persyaratan matriks penelusuran 4. Kontrol perubahan persyaratan
Staf Berpengalaman	<ol style="list-style-type: none"> 1. Para anggota kegiatan SPI telah dipilih berdasarkan catatan prestasi mereka 2. Menetapkan metode untuk resolusi konflik 3. Suatu strategi telah diakui untuk memeriksa kemajuan setiap anggota SPI 4. Suatu strategi telah diakui untuk mengumpulkan dan mengevaluasi data umpan balik dari masing-masing anggota SPI
Kurangnya dukungan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Manajemen puncak memberikan dukungan kuat untuk SPI 2. Manajemen menyiapkan semua sumber daya yang diperlukan 3. Anggota staf memahami keuntungan dari eksekusi SPI 4. Suatu strategi telah diakui untuk memeriksa kemajuan setiap anggota SPI
Tekanan Waktu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Waktu yang efisien bagi anggota staf untuk membentuk kegiatan SPI 2. Kegiatan SPI telah diselenggarakan untuk menghindari tekanan waktu 3. Kegiatan SPI telah diselenggarakan berdasarkan minat anggota staf 4. Manajemen puncak harus memahami sifat kegiatan SPI
Training dan mentoring	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelatihan yang tepat sebagian besar diberikan untuk mengembangkan keahlian dan pengalaman yang diperlukan untuk melakukan kegiatan SPI 2. Mengalokasikan anggota staf waktu tambahan untuk berpartisipasi dalam pelatihan SPI 3. Program pelatihan dikembangkan secara berkala 4. Suatu strategi telah diakui untuk mengumpulkan dan mengevaluasi data umpan balik dari pelatihan

Empat tingkat kematangan yang diusulkan dalam WSPIM-Model sudah cukup dan cocok untuk implementasi SPI dalam proyek berbasis web karena tingkat kematangan ini dibangun dari faktor-

faktor keberhasilan yang dikumpulkan dari pengalaman kehidupan nyata.

Perbedaan antara WSPIM-Model yang diusulkan dan CMMI adalah bahwa CMMI hanya mengklarifikasi apa tujuan spesifik di setiap bidang dan praktik apa tentang

tujuan-tujuan tersebut, sementara WSPIM-Model menyediakan serangkaian faktor penentu keberhasilan dan praktik terbaik di sekitar faktor-faktor tersebut sebagaimana diilustrasikan pada gambar 1 berikut ini [12].



Gambar 1. WSPIM Model

Adapun penjelasan dari Gambar 1 adalah sebagai berikut :

1. Process Improvement
Bagian ini digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor keberhasilan potensial dan untuk mengumpulkan pengalaman nyata tentang proses perbaikan yang dilakukan. Hal ini dapat membantu organisasi berbasis web untuk fokus pada faktor keberhasilan paling kritis pada proses pengembangan perangkat lunak yang sedang dikerjakan.
2. Grouping
Pengklasifikasikan faktor-faktor penentu keberhasilan yang berhasil diidentifikasi ke dalam berbagai kelompok. Dengan mengklasifikasikan faktor penentu keberhasilan kelompok ini, penelitian ini dapat mengamati dampaknya terhadap implementasi SPI.
3. Success Factors
Mengidentifikasi faktor-faktor kesuksesan kritis adalah dasar dari WSPIM-Model. Di bawah setiap faktor keberhasilan, cara implementasi terbaik yang berbeda

telah dirancang untuk memandu cara mengelola dan menerapkan setiap faktor keberhasilan. Faktor-faktor kesuksesan dan praktik terbaik ini dekat dengan pengalaman kehidupan nyata.

4. Metode Implementasi Terbaik
Bagian ini adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk memenuhi faktor keberhasilan dalam setiap kelompok. Hal ini menjadi penting untuk secara konsisten menerapkan praktik yang memuaskan faktor keberhasilan, dan mengubah praktik yang menyebabkan kesulitan. Praktik seleksi harus diubah jika pelaksanaannya tidak memuaskan.

Jadi, metode implementasi harus disempurnakan dan ditingkatkan atau dengan didefinisikan ulang berdasarkan pengalaman belajar yang didapat dari setiap kali menggunakan Model WSPIM.

5. Lesson learned
Faktor keberhasilan dan praktik terbaik berasal dari pengalaman kehidupan nyata. Berdasarkan pelajaran yang didapat dari setiap kali menggunakan Model-WSPIM, metode implementasi terbaik harus disempurnakan dan ditingkatkan untuk memastikan bahwa cara implementasi yang paling tepat dapat dilembagakan untuk mencapai faktor keberhasilan kritis.

4. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pemetaan yang terdapat pada tabel 2, kami telah menyiapkan kuesioner dan menyebarkan kuesioner tersebut ke komunitas pengembang perangkat lunak dan perusahaan pengembangan perangkat lunak (*software house*) yang berjumlah 75 responden yang telah

menyatakan bersedia menerima kuesioner. Dari jumlah tersebut, kuesioner yang telah dikembalikan sebanyak 67 responden.

Dari hasil kuesioner dapat disampaikan sebagai berikut :
 Sebanyak 56,78% atau 34 responden telah terlibat dalam manajemen proses dan faktor keberhasilan kritis yang terlibat adalah : Training dan Mentoring, Staf yang berpengalaman, melibatkan staf dalam SPI dan mempunyai kesadaran melaksanakan SPI. Sebanyak 79,85% atau 53 responden telah terlibat dalam manajemen proyek dan faktor keberhasilan kritis yang terlibat adalah : kerja sama tim, perencanaan proyek, pemahaman dan manajemen persyaratan, sasaran dan tujuan SPI yang jelas, serta harapan manajemen yang tidak realistis. Sebanyak 65,46% atau 44 responden telah terlibat dalam aspek engineering dan melibatkan faktor keberhasilan kritis berupa product integration. Dan 84,78% atau 57 responden telah terlibat dalam proses supporting pengembangan perangkat lunak web dan faktor keberhasilan kritis yang digunakan adalah review dan dukungan komunikasi dengan stake-holder proyek perangkat lunak.

Berdasarkan pengalaman nyata dari responden yang telah disampaikan diatas, mereka mengakui bahwa SPI, khususnya model WSPIM sangat membantu peningkatan manajemen proses dalam proyek pembuatan perangkat lunak berbasis web (sebesar 93,72% atau 63 responden). Hal ini menunjukkan bahwa solusi yang berkaitan dengan masalah teknis dan manajemen terkadang memiliki pengaruh pada proses rekayasa perangkat lunak; solusi harus sesuai dengan konteks umum bisnis dalam

proses organisasi dan harus diizinkan oleh kebijakan di dalam organisasi.

5. Penutup

Model WSPIM memiliki peluang yang baik untuk membantu organisasi untuk meningkatkan proses implementasi SPI mereka. Model ini diperoleh dari CMMI dan didasarkan pada faktor penentu keberhasilan dan praktik terbaik yang diidentifikasi melalui literatur. Literatur yang luas telah dilakukan untuk meninjau dan menentukan faktor-faktor keberhasilan dan praktik yang memiliki dampak negatif atau positif pada implementasi SPI dari perspektif organisasi berbasis web.

Memperbaiki proses perangkat lunak dengan menggunakan WSPIM-Model membantu organisasi untuk mendeteksi faktor-faktor keberhasilan kritis, sehingga para praktisi dapat berkonsentrasi pada peningkatan faktor keberhasilan yang paling kritis terlebih dahulu, belajar dari pengalaman orang lain, menghindari kesalahan yang jelas, meningkatkan komunikasi dengan stakeholder dan meningkatkan kesadaran mereka tentang perbaikan proses.

6. Daftar Pustaka

- [1] D. D, D. D and C. M. Gaona, "WEM – Estimation Methodology to determinate the economic and financial viability of Web Projects," in *The 6th Colombian Computing Congress*, Monzales, Colombia, 2011.
- [2] D. Rodriguez, R. Harrison and M. Satpathy, "A Generic Model and Tool Support for Assessing and Improving Web Processes," in *Symposium on Software Metrics*, Ottawa, Canada, 2002.

- [3] A. Keshlaf and S. Riddle, "Risk Management for Web and Distributed Software Development Projects," in *Fifth International Conference on Internet Monitoring and Protection (ICIMP)*, Barcelona, Spain, 2010.
- [4] S. P. Parbhoo, "Web Engineering: Software Engineering for Developing Web Applications," University of Cape Town, Cape Town, 2014.
- [5] S. A. Kumar and T. Kumar, "Study The Impact Of Requirements Management Characteristics In Global Software Development Projects : An Ontology Based Approach," *International Journal of Software Engineering & Applications (IJESEA)*, vol. 2, no. 4, 2011.
- [6] D. Nabil, A. Mosad and H. A. Hefny, "Web-Based Applications quality factors: A survey and a proposed conceptual model," *Egyptian Informatics Journal*, vol. 12, p. 211 – 217, 2011.
- [7] A. Awadid and S. A. Gnannouch, "Approach Based On Web Services For Business Process Adaptation," *Procedia Computer Science*, vol. 64, p. 832 – 837, 2015.
- [8] N. Fernandes, D. Costa, C. Duarte and L. Carriço, "Evaluating the Accessibility of Web Applications," *Procedia Computer Science*, vol. 14, pp. 28 - 35, 2012.
- [9] Y. Fang, B. Han and W. Zhou, "Research and Analysis of CMMI Process Improvement Based on SQCS System," *TELKOMNIKA*, vol. 10, no. 7, p. 1849~1854, 2012.
- [10] M. Söylemez and A. Tarhan, "Challenges of software process and product quality improvement: catalyzing defect root-cause investigation by process enactment data analysis," *Software Quality Journal*, vol. 26, no. 2, p. 779–807, 2018.
- [11] M. Alyahya, R. Ahmad and S. P. Lee, "Impact of CMMI-Based Process Maturity Levels on Effort, Productivity and Diseconomy of Scale," *The International Arab Journal of Information Technology*, vol. 9, no. 4, pp. 352-360, 2012.
- [12] T. Al-Rousan and B. Al-Shargabi, "A New Maturity Model For The Implementation Of Software Process Improvement In Web-Based Projects," *Journal of Digital Information Management*, vol. 15, no. 1, pp. 66 - 75, 2017.