

# Metode Optimasi Proses untuk Kematangan Tinggi Perbaikan Proses

Tianying Chen; Sekolah Ilmu  
dan Teknologi Komputer Bosheng Zhou  
Universitas Beihang Beijing,  
Cina [tyhoho@gmail.com](mailto:tyhoho@gmail.com)

Sekolah Tinggi  
Matematika & Ilmu Komputer Wenjie Luo  
Universitas Hebei Baoding, Hebei,  
Cina [tyhoho@cse.buaa.edu.cn](mailto:tyhoho@cse.buaa.edu.cn)

**Abstrak**—Seiring peningkatan proses kematangan yang tinggi mendapat perhatian yang semakin besar, implementasinya menjadi mendesak. Makalah ini pertama menganalisis permintaan yang tinggi dalam perbaikan proses maturitas tinggi CMMI. Kemudian metode pengoptimalan proses ditampilkan. Ada lima langkah dalam metode ini: yaitu pemodelan proses berbasis VPML, simulasi proses otomatis, evaluasi proses, optimisasi proses berbasis aturan, dan identifikasi prioritas proses yang dioptimalkan. Langkah terakhir menggunakan metode pengambilan keputusan berbasis AHP untuk mengurutkan proses yang dioptimalkan sesuai dengan kepuasan mereka terhadap tujuan kualitas dan kinerja proses organisasi. Akhirnya, makalah ini menunjukkan bagaimana metode optimisasi proses dapat diterapkan pada CMMI Level 4 dan Level 5.

**Kata Kunci**- perbaikan proses; CMMI; kematangan tinggi; optimalisasi proses; simulasi proses

## I. PENDAHULUAN

Data menunjukkan bahwa semakin banyak organisasi perangkat lunak menggunakan CMMI sebagai panduan perbaikan proses mereka dan mencapai hasil yang baik. Sebagai kerangka perbaikan proses, CMMI mendefinisikan tujuan dan praktik terbaik, tetapi tidak menentukan bagaimana mengimplementasikannya. Oleh karena itu, penelitian tentang implementasi CMMI menjadi penting dan mendesak.

Lingkungan yang digunakan untuk mendukung pengembangan dan peningkatan proses perangkat lunak sering disebut sebagai PSEE (Process Centered Software Engineering Environment). Ada banyak sistem PSEE komersial, seperti PISE dan ProsesWeaver [1], dan prototipe non-komersial, seperti MARVEL dan SPADE [2]. Di Cina, ada juga banyak penelitian terkait, makalah [3] mengangkat model perbaikan proses perangkat lunak berbasis PDCA. Makalah [4] terutama berfokus pada aspek validasi dan verifikasi CMMI.

Seperti dapat dilihat dari contoh di atas, penelitian saat ini terutama berfokus pada tingkat kematangan yang rendah. Dengan kematangan yang tinggi menjadi tujuan sebagian besar organisasi, penerapannya menjadi lebih populer. Dalam implementasi CMMI tingkat kematangan yang tinggi, optimalisasi proses memegang peranan penting. Dalam makalah ini, metode optimisasi proses diangkat, dan bagaimana metode tersebut bekerja untuk praktik dengan kematangan tinggi dirangkum.

## II. TINGKAT KEMATANGAN TINGGI DI CMMI

### A. CMMI

Dengan aplikasi CMMI yang luas, model CMMI itu sendiri juga terus berevolusi. Dalam CMMI versi 1.2 terbaru, SEI telah mengembangkan tiga konstelasi: CMMI-DEV [5], CMMI-ACQ [6], dan CMMI-SVC [7]. CMMI memiliki 22 Area Proses (PA) dan menjelaskannya dalam dua cara ekspresi: berkelanjutan dan bertahap. Cara pengungkapan menggambarkan kemampuan proses dan kematangan organisasi.

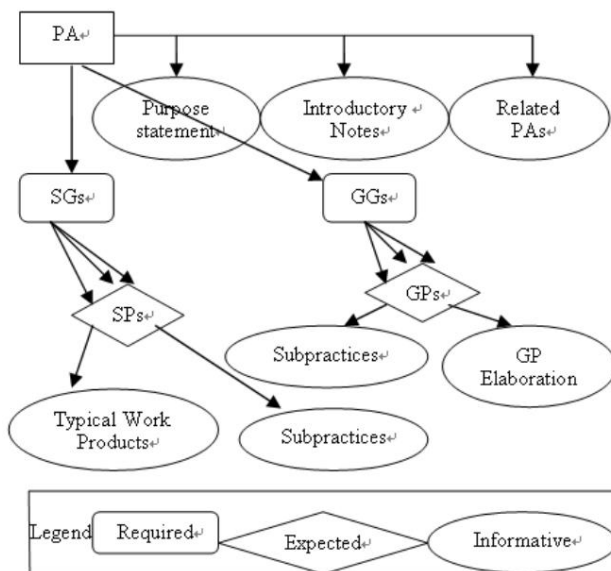
Dalam ekspresi berkelanjutan, model membagi area proses menjadi empat kategori: manajemen proyek, manajemen proses, teknik dan dukungan. Ini digunakan untuk menggambarkan kapasitas proses; dalam ekspresi bertahap, sesuai dengan kemampuan proses organisasi perangkat lunak, ada lima tingkat kematangan: tingkat awal, tingkat terkelola, tingkat terdefinisi, tingkat terkelola secara kuantitatif, dan tingkat pengoptimalan. Tingkat awal (L1) adalah tingkat kematangan default untuk organisasi perangkat lunak. Tingkat kematangan lainnya terdiri dari area proses yang berbeda. Kedua ekspresi tersebut berisi konten yang sama, menggunakan komponen model yang sama, tetapi struktur kontennya berbeda. Saat ini di Cina, sebagian besar organisasi mengadopsi ekspresi bertahap untuk pekerjaan perbaikan proses mereka.

Area proses (PA) memiliki kumpulan praktik terbaik untuk proses tertentu. Saat praktik terbaik diterapkan, serangkaian tujuan untuk area proses ini dapat dicapai. Pencapaian tujuan ini memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan proses yang ditentukan. Isi untuk PA ditunjukkan pada Gbr.1. PA terdiri dari Tujuan Khusus (SG), Praktik Khusus (SP), Tujuan Umum (GG), Praktik Umum (GP), dan materi informatif.

### B. Tingkat kematangan tinggi dalam

CMMI Dalam CMMI, L2 dan L3 disebut tingkat kematangan rendah, dan L4 dan L5 disebut tingkat kematangan tinggi. CMMI menggambarkan jalur perbaikan proses, yang mengembangkan proses dari ketidakteraturan dan tidak matang menjadi disiplin dan matang. Selama evolusi organisasi dari level rendah ke level tinggi, penekanan perbaikan proses secara bertahap berubah dari manajemen proyek dasar dan menetapkan proses standar organisasi menjadi memahami dan menstabilkan kinerja proses, secara kuantitatif manajemen proyek dan optimalisasi proses.

L4 berisi dua PA, yaitu Process Performance Model (PPM) dan Quantitatively Project Management (QPM). Tujuan L4 adalah untuk memahami kinerja proses secara kuantitatif, menstabilkan proses, mengidentifikasi dan menghilangkan penyebab khusus untuk penyimpangan proses. L5 berisi dua PA, yaitu Organizational Innovation and Deployment (OID) dan Causal Analysis and Resolution (CAR). L5 bertujuan untuk terus mengidentifikasi dan menghilangkan penyebab umum penyimpangan proses, sehingga terus meningkatkan kinerja proses. Prediksi kuantitatif kinerja proses, pemilihan perbaikan proses secara objektif menjadi hot spot untuk peningkatan proses kematangan tinggi. Simulasi dan optimisasi proses adalah cara yang efektif untuk memecahkan masalah ini.



Gambar 1. isi PA

#### AKU AKU AKU. METODE OPTIMASI PROSES

Makalah ini membagi sistem rekayasa perangkat lunak menjadi dua jenis: pemodelan proses dan sistem optimisasi dan sistem eksekusi proses. Dalam pemodelan proses dan sistem optimisasi, model proses dibangun, disimulasikan, dievaluasi, dan dioptimalkan; dalam sistem eksekusi proses, model dieksekusi, data empiris dikumpulkan. Struktur dan parameter model proses diatur oleh data dari sistem eksekusi proses. Ada lima langkah untuk optimisasi proses, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

##### A. Pemodelan Proses Berbasis VPML

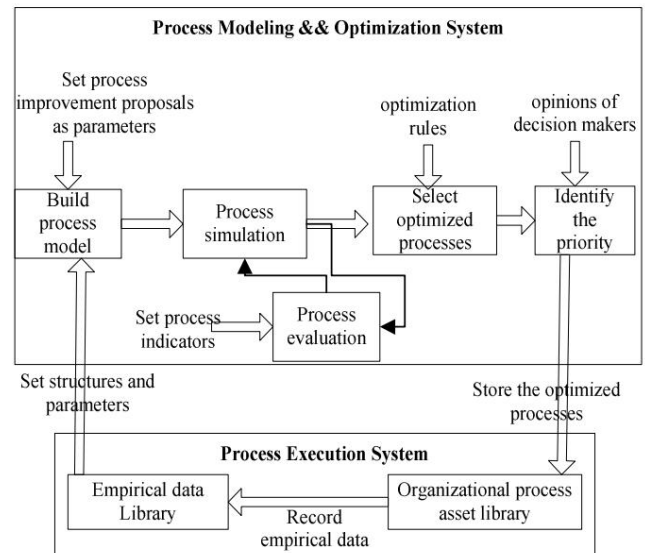
Untuk meningkatkan proses saat ini yang digunakan dalam organisasi, hal pertama yang harus dilakukan adalah memodelkannya. Kumpulkan data empiris dari sistem eksekusi proses, dan gunakan data ini untuk membangun model proses untuk merepresentasikan proses. Model proses harus mencoba untuk menggambarkan esensi dari proses saat ini.

##### 1) Model Proses

Makalah ini menggunakan VPML (Visual Process Modeling Language) [8] untuk mendeskripsikan model proses. VPML didasarkan pada teori rekayasa proses dan model COSMOS. Proses

Model menggambarkan aktivitas yang akan dieksekusi dalam proses, dukungan infrastruktur yang diperlukan, prasyarat input dan hasil output setelah eksekusi aktivitas, kondisi kontrol pada aktivitas, dan hubungan urutan parsial antar aktivitas.

Model proses yang kompleks adalah rangkaian terhubung yang saling terkait yang disusun oleh beberapa aliran proses sederhana. VPML menyediakan aturan dan mekanisme pemeriksaan integritas untuk memastikan kebenaran dan integritas sintaks model dan beberapa semantik.



Gambar 2. gambaran umum metode optimisasi proses

##### 2) Parameter

Untuk memodelkan beberapa proposal perbaikan proses dalam satu model proses, makalah ini mendefinisikan parameter dalam aktivitas. Parameter dapat dilihat sebagai atribut kegiatan.

Sebagian besar parameter dapat dicocokkan dalam Model Pengukuran dalam organisasi. Dalam pengertian ini, parameter dapat dibagi menjadi ukuran langsung, ukuran tidak langsung dan lain-lain. *Parameter* didefinisikan sebagai : *Parameter* = {value, type, visibility, description}.

*visibilitas* = *pribadi* | *publik*. *visibilitas* mengacu pada cakupan aplikasi parameter. Parameter pribadi hanya dapat digunakan dalam aktivitas yang ditentukan. Parameter publik dapat digunakan dalam setiap kegiatan dalam model proses.

*nilai* = *nilai tunggal* | {*nilai tunggal*}. Ada dua jenis *nilai* untuk parameter: nilai tunggal dan kumpulan nilai tunggal. Jenis parameter yang berbeda memiliki jenis nilai yang berbeda.

*type* = *parameter hasil* | *parameter bebas* | *yang lain*. Makalah ini membagi parameter menjadi tiga jenis. Parameter yang berhubungan dengan indikator evaluasi proses disebut *parameter hasil* (seperti biaya proses, durasi dan kualitas). Parameter yang berhubungan dengan sudut pengoptimalan didefinisikan sebagai *parameter bebas* (sudut pengoptimalan mengacu pada pengaturan parameter yang berbeda untuk proposal perbaikan proses). Jenis nilai *parameter bebas* adalah {*nilai tunggal*}, dan jenis nilai *parameter hasil* dan *lainnya* adalah *nilai tunggal*.

*deskripsi* mengacu pada deskripsi teks dari parameter.

## B. Simulasi proses otomatis

### 1) Proposal perbaikan proses

**Definisi1.** (Proposal Perbaikan Proses, PIP). Ketika setiap parameter bebas dalam model proses ditetapkan pada satu nilai, model ini menjadi PIP dari model proses.

### 2) Cara menentukan waktu simulasi Waktu

simulasi untuk model proses sama dengan jumlah PIP yang terdapat dalam model proses. Jumlah PIP dapat dihitung dari jumlah nilai parameter bebas.

Asumsikan ada  $m$  parameter bebas dalam model proses, dan jumlah nilainya adalah  $x_1, \dots, x_m$ . Jadi jumlah PIP adalah

$$N = \prod_{i=1}^m x_i. \text{ Dan waktu simulasi juga } N.$$

### 3) Simulasi Otomatis Saat

simulasi dimulai, waktu simulasi dihitung secara otomatis. Mesin simulasi secara otomatis menjalankan waktu simulasi yang sesuai, hingga semua PIP dieksekusi. Sebelum setiap simulasi dimulai, nilai setiap parameter bebas ditetapkan, artinya, tentukan PIP untuk proses ini.

## C. Evaluasi Proses

Makalah ini mengevaluasi kinerja proses dari aspek-aspek berikut. Mereka disebut indikator evaluasi proses.

### 1) Durasi

Semakin pendek durasinya, menunjukkan semakin cepat organisasi perangkat lunak dapat memenuhi persyaratan baru pelanggan, dan semakin dapat merebut peluang pasar. Durasi Proses (PD) adalah durasi dari proses mulai berjalan sampai akhir. Karena jam simulasi umumnya dimulai dari 0, maka definisi PD adalah:  $PD = \text{Max}\{\text{EndTime}(\text{Activity})\} - \text{start}$ ,  $i = 1, 2, N$

### 2) Biaya

Biaya Proses (PC) yang dibahas di sini terutama mengacu pada biaya sumber daya yang merupakan biaya usaha dalam proses penerapan.

$$PC = \sum_{i=1}^N AC(a_i)$$

( ) .  $N$  adalah jumlah AC PC  $a_i$  kegiatan dalam model proses.  $AC(a_i)$  mengacu pada biaya untuk menjalankan aktivitas  $a_i$

$$AC(a_i) = \sum_{j=1}^M (ResCost(r_j) \cdot ActUsedNum(a_i, r_j)) \times \text{Dur}(a_i)$$

adalah waktu berjalan dari ;  $n$ ,  $ResCost(r_j)$ ,  $ActUsedNum(a_i, r_j)$  masing-masing mengacu pada jumlah jenis sumber daya yang  $a$  digunakan saat dijalankan, biaya per unit waktu dari jenis sumber daya  $r_j$ , dan jumlah  $r_j$  yang digunakan selama menjalankan  $ke-i$  dari  $a$ .  $ActiveDur(a_i)$  adalah durasi eksekusi untuk menjalankan  $ke-i$   $a$ .

### 3) Kualitas

Makalah ini menggunakan Process Yield (PY) [9] untuk sasaran mutu. PY didefinisikan sebagai  $PY_{total} = \frac{\text{Produk}}{\text{Masukan}}$ . Process Yield sama dengan produk dari semua PY di setiap tahap proses siklus hidup.

PY pada tahap  $ke-i$  dari proses siklus hidup adalah:

$$PY_i = \frac{\text{Defects\_fixed} - \text{Defects\_escape}}{\text{Defects\_injected}}$$

$$Cacat\ lolos = \dots$$

$$Cacat\ lolos = 1 + (Cacat\ disuntikkan - Cacat\ diperbaiki)$$

Dan  $Cacat\ lolos_0 = 0$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ .  $n$  adalah total

jumlah tahapan dalam model siklus hidup,  $Cacat\_lolos$  adalah jumlah cacat yang lolos dari  $i$

jika  $Cacat\_diperbaiki$  adalah jumlah cacat yang diperbaiki

panggang.  $Cacat\_disuntikkan$  adalah jumlah cacat yang disuntikkan pada tahap  $ke-i$ .

Ada ukuran lain yang juga dapat digunakan sebagai indikator evaluasi, seperti Resource Utility (RU) dan Defect Density (DC). Ini tidak dibahas dalam makalah ini.

## D. Optimalisasi Proses Berbasis Aturan

Masalah optimisasi multi-objektif berkaitan dengan keseimbangan beberapa tujuan. Sebagian besar metode menggunakan metode pembobotan untuk mengubah beberapa tujuan menjadi satu tujuan untuk dibandingkan. Untuk peningkatan proses, organisasi akan menetapkan kendala tujuan dasar; hasil optimal berbobot yang diperoleh mungkin tidak memenuhi batasan ini. Untuk alasan ini, makalah ini mengusulkan metode pemilihan proses berbasis aturan optimisasi untuk mendapatkan proses optimal yang konsisten dengan tujuan kualitas dan kinerja proses yang ditetapkan oleh organisasi.

Asumsikan bahwa jumlah aturan optimasi adalah  $n$ . Berdasarkan setiap aturan, dipilih sekumpulan proses yang dapat memenuhi aturan tersebut berdasarkan hasil simulasi dan evaluasi. Itu diwakili oleh  $S\_Optimized$ . Potong set ini untuk mendapatkan memenuhi semua tujuan organisasi, proses yang dapat  $S\_Optimized$ ,

$$S\_Dioptimalkan = \bigcap_{i=1}^N S\_Dioptimalkan_i$$

## E. Identifikasi prioritas untuk proses yang dioptimalkan

Untuk mengidentifikasi prioritas proses dalam  $S\_Optimized$  sesuai dengan tujuan organisasi, makalah ini menggunakan proses hirarki analitik (AHP) untuk pengambilan keputusan akhir. AHP memperhitungkan sepenuhnya pendapat para pengambil keputusan, baik dari segi kualitatif maupun kuantitatif. Dan membuat hasil akhir jauh lebih akurat untuk mencerminkan kesungguhan para pengambil keputusan.

AHP memecah elemen yang berkaitan dengan pengambilan keputusan menjadi tujuan, pedoman, program, dan level lainnya. Atas dasar ini, AHP melakukan analisis kualitatif dan kuantitatif serta membuat keputusan. Tulisan ini tidak akan membahas penggunaan AHP secara detail, pembaca dapat merujuk ke [10] untuk informasi lebih lanjut. Pada langkah ini, proses yang dioptimalkan dalam  $S\_Optimized$  disortir menurut kepuasan mereka terhadap tujuan kualitas dan kinerja proses organisasi.

Setelah langkah ini, proses yang dioptimalkan dan prioritasnya disimpan ke dalam aset proses organisasi.

#### IV. TERAPKAN METODE UNTUK PROSES KEMATANGAN TINGGI PENINGKATAN

Pada tabel di bawah ini, makalah ini meringkas SP di setiap PA dalam CMMI L4 dan L5 yang dapat didukung oleh metode optimisasi proses yang dibahas di bagian terakhir. Kolom pertama dari tabel adalah SP, dan kolom kedua menjelaskan bagaimana metode optimisasi proses dapat mendukung SP.

TABEL I. SPS DIDUKUNG OLEH METODE OPIMISASI PROSES

<b>OPP - Kinerja Proses Organisasi</b>	
SP1.5 Menetapkan Model Kinerja Proses	Model optimisasi proses berisi model pengukuran dan dapat memprediksi kinerja proses, sehingga dapat digunakan sebagai model kinerja proses
<b>QPM - Manajemen Proyek Kuantitatif</b>	
SP1.1 Menetapkan Tujuan Proyek	a) Gunakan proses simulasi dan optimalisasi untuk memprediksi kelayakan tujuan kualitas dan kinerja proses b) Gunakan hasil antara optimalisasi proses untuk mengidentifikasi tujuan untuk setiap tahap dalam siklus pengembangan. Manajer proyek menggunakan tujuan ini untuk memantau dan memprediksi kemajuan proyek. c) Optimalisasi proses membantu manajer proyek untuk membuat keputusan dan menyelesaikan konflik antara tujuan kualitas dan kinerja proses. a) Manajer proyek dapat menggunakan proses yang dioptimalkan yang disimpan dalam aset proses organisasi sebagai
SP1.2 Menyusun Proses yang Ditetapkan	proses yang ditentukan untuk proyek tersebut. b) Gunakan hasil antara optimalisasi proses untuk menganalisis interaksi antara sub-proses dan atributnya. a) Gunakan hasil antara dari optimalisasi proses untuk menganalisis sub proses mana yang memiliki pengaruh besar pada hasil, dan gunakan
SP1.3 Pilih Sub proses yang Akan Secara statistik Dikelola	sebagai kandidat sub proses untuk manajemen kuantitatif. b) Gunakan hasil antara untuk mengidentifikasi jalur kritis, gunakan sub-proses pada jalur kritis sebagai calon sub-proses untuk manajemen kuantitatif.
<b>OID - Inovasi dan Penerapan Organisasi</b>	
SP1.2 Identifikasi dan Analisis Inovasi	Gunakan metode pengoptimalan proses untuk membandingkan proposal peningkatan proses, dan pilih yang terbaik yang dapat sepenuhnya memenuhi tujuan kualitas dan kinerja proses organisasi.
SP1.4 Pilih Perbaikan untuk	Gunakan metode pengoptimalan proses untuk mengidentifikasi prioritas proposal perbaikan proses, dan pilih beberapa

Penyebaran	usulan penyebaran.
<b>CAR - Analisis dan Penyelesaian Kausal</b>	
SP1.2 Analisis Penyebab	Gunakan hasil antara optimalisasi proses sebagai data input untuk analisis kausal.
SP2.1 Melaksanakan Proposal Aksi	Gunakan metode pengoptimalan proses untuk mengidentifikasi prioritas proposal tindakan, dan pilih beberapa proposal untuk diterapkan.

#### V. RINGKASAN DAN PEKERJAAN MASA DEPAN

Sebuah metode optimasi proses diangkat dalam makalah ini. Metode tersebut menggunakan data empiris dalam sistem eksekusi proses untuk membangun model proses, sehingga mencerminkan proses nyata yang digunakan dalam organisasi. Simulasi otomatis dan pemilihan proses berdasarkan aturan optimisasi membantu pengambil keputusan untuk mendapatkan proses yang memenuhi tujuan kualitas dan kinerja proses organisasi. Gunakan metode AHP untuk mengidentifikasi prioritas proses yang dioptimalkan. AHP memperhitungkan sepenuhnya pendapat pembuat keputusan, membuat hasil akhir jauh lebih akurat untuk mencerminkan niat pembuat keputusan.

Praktik menunjukkan bahwa metode ini sangat memudahkan penerapan peningkatan proses kematangan tinggi. Pekerjaan lebih lanjut fokus pada tiga aspek: 1) untuk mendapatkan hasil simulasi yang akurat, semantik eksekusi formal harus didefinisikan; 2) penelitian tentang bagaimana mendefinisikan aturan optimasi secara formal; 3) mewujudkan koneksi tanpa batas antara pemodelan proses dan sistem pengoptimalan dan sistem eksekusi proses.

#### REFERENSI

- [1] C.Fernstrom. Process Weaver: Menambahkan Dukungan proses ke UNIX [C]. Prosiding Konferensi Internasional ke-2 tentang Proses Perangkat Lunak, Berlin, Jerman, 1993:12-16 [2] S. Bandinelli. SPADE: Lingkungan untuk Analisis, Desain, dan Penerapan Proses Perangkat Lunak [A]. Pemodelan dan Teknologi Proses Perangkat Lunak. Research Studies Press Ltd., 1994: 223-247 [3] ZC Wu, Q. Wang dan MS Li, "A PDCA-Based Software Process Control and Improvement Model", Journal of Software, 2006, hlm. 1669-1680.
- [4] WJ Luo, Penelitian dan Implementasi Metode Verifikasi dan Validasi Perangkat Lunak Berdasarkan Teknik Pemodelan Proses[D]. Universitas BeiHang, 2010.
- [5] Tim Produk CMMI. CMMI® untuk Pengembangan [EB/OL]. Versi 1.2. <http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/06.reports/06tr008.html> 2006
- [6] Tim Produk CMMI. CMMI® untuk Akuisisi [EB/OL]. Versi 1.2. <http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/reports/07tr017.cfm>. 2007 [7] Tim Produk CMMI. CMMI® untuk Layanan [EB/OL]. Versi 1.2. <http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/reports/09tr001.cfm>. 2009 [8] BS Zhou dan SY Zhang. "Visual Process Modeling Language VPML", Journal of Software, 1997 (suplemen), hlm. 535-545.
- [9] WS Humphrey. Disiplin untuk Rekayasa Perangkat Lunak [M]. Reading, MA : Addison-Wesley Publishing Company, 1995
- [10] LF Wang dan SB Xu, Pengantar Proses Hierarki Analitik[M]. China Renmin University Press, 1990