



Artikel Penelitian

Pengembangan Algoritma Manajemen Risiko Proyek Konstruksi

Mutiara Yetrina

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Kecamatan Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat 25163, Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Received: July 16, 17
Revised: March 6, 18
Available online: April 27, 18

KEYWORDS

Earned value, House of Risk, Proyek konstruksi, Algoritma

CORRESPONDENCE

Phone: +628116941069
E-mail: mutiarayetrina17@gmail.com

A B S T R A C T

The success of a project is uncertain. There is a possibility that the project was successful or failed. Some of the risks that may occur in the project include the arrival of goods or the completion of work late from the time set, design changes due to obstacles in the field, as well as other risks. It is therefore necessary to study the project risks to identify potential problems that may occur and make decisions to reduce risks and increase the likelihood of success of the project. In order for risk management to be performed, the owner must know the steps in evaluating the project and the steps in the implementation of risk management. This study discusses the development of algorithms for project evaluation and risk management. The resulting algorithm is then implemented to the CC-II civil construction project at Indarung VI Project. The results of the implementation show that the project is not running in accordance with the plan. The dominant factors causing delays include BOQ miscalculation by consultants, inadequate and slow decision-making mechanisms, and details of workmanship changes.

PENDAHULUAN

Perekonomian Indonesia pada triwulan kedua tahun 2016 tumbuh sebesar 5,18% dibandingkan triwulan kedua pada tahun 2015. Pertumbuhan dibidang konstruksi menjadi urutan kedua yang mengalami peningkatan sebesar 0,59% [1]. Peningkatan ini juga dapat dilihat dari peningkatan jumlah kebutuhan semen sebagai bahan baku utama sebanyak 4% pada kuartal pertama tahun 2016 [2]. Keberhasilan proyek konstruksi bersifat tidak pasti. Terdapat kemungkinan proyek berhasil dilakukan atau gagal. Manajemen proyek perlu diterapkan sebagai suatu proses perencanaan, pengendalian, pengorganisasian, pengamanan sumber daya alam yang dilakukan sejak awal proyek (rencana) sampai dengan akhir proyek (penutupan) yang dilaksanakan, agar dapat menjalankan proyek yang tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

Evaluasi proyek perlu dilakukan guna membangun tolak ukur proyek kinerja tinggi untuk *cross-learning*, mengidentifikasi inefisiensi proyek agar mendapatkan rekomendasi untuk perbaikan pelaksanaan pada proyek selanjutnya [3]. Manajemen risiko bertujuan untuk mencegah dan mengurangi risiko yang mungkin terjadi dalam proyek. Performansi suatu proyek dapat ditingkatkan dengan menggunakan konsep *lean construction*. Konsep *lean* mengidentifikasi nilai tambah dalam proyek konstruksi dan mempelajari proses kerja yang ada untuk

menghilangkan *waste*.

Manajemen risiko akan mewujudkan pengambilan keputusan yang bijaksana dalam sebuah budaya organisasi. Pengambilan keputusan ini dilakukan melalui proses identifikasi, penilaian dan respon risiko, serta mengkomunikasikan hasil proses ini kepada pihak yang tepat dan pada waktu yang tepat [4]. Agar manajemen risiko dapat dilakukan, maka owner harus mengetahui langkah-langkah dalam melakukan evaluasi proyek dan langkah-langkah dalam pelaksanaan manajemen risiko.

Kajian yang mengintegrasikan evaluasi proyek dan manajemen risiko serta pembuatan algoritma belum banyak dilakukan. Pujihastuti dan Priyo [5] melakukan aplikasi metode *Earned Value Method* pada proyek rehabilitasi gedung sekolah di Yogyakarta untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan keterlambatan pada proyek pembangunan sekolah SDN Gunung Mulyo. Purwandono [6] mengaplikasikan metode *House of Risk* (HOR) untuk mengidentifikasi dan mitigasi risiko pada proyek pembangunan tol. Karim dan Karningsih [7] mengaplikasikan *Critical Chain Project Management* dan *Lean Construction* untuk meminimasi waste pada pembangunan gedung BPPKB.

Pada penelitian ini, penulis melakukan pengembangan algoritma yang terintegrasi dimulai dari evaluasi proyek, identifikasi penyebab keterlambatan serta tahapan manajemen risiko dengan memasukkan konsep *lean* dan mengadaptasi ISO 31000.

Algoritma ini diharapkan dapat menjadi panduan dalam pelaksanaan evaluasi dan manajemen risiko dalam suatu proyek, agar dapat mengidentifikasi masalah potensial yang mungkin terjadi dan mengambil keputusan untuk mengurangi risiko dan meningkatkan kemungkinan keberhasilan proyek.

Evaluasi proyek

Proyek adalah gabungan dari sumber daya seperti manusia, peralatan atau material, modal dan biaya yang diperlukan, yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai sasaran dan tujuan [8]. Evaluasi proyek disebut juga dengan studi kelayakan proyek terhadap berbagai faktor untuk menentukan apakah proyek tersebut bisa diputuskan dapat dilaksanakan atau tidak. Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah suatu proyek dapat dilaksanakan dengan berhasil, sehingga dapat menghindari keterlanjuran investasi modal yang terlalu besar untuk kegiatan yang ternyata tidak menguntungkan. Metode yang sering digunakan dalam mengevaluasi proyek antara lain Kurva S dan *Earned Value Management (EVM)*.

Metode Nilai Hasil/*Earned Value Method (EVM)*

EVM adalah metodologi yang menggabungkan ruang lingkup, jadwal, dan sumber daya pengukuran untuk menilai kinerja dan kemajuan proyek. Ada tiga indikator yang menjadi acuan dalam menganalisis proyek dengan EVM, yaitu [5]:

1. *Budgeted cost for work scheduled (BCWS)*

BCWS merupakan anggaran biaya yang dialokasikan berdasarkan rencana kerja yang telah disusun menurut waktu. BCWS dihitung dari akumulasi anggaran biaya yang direncanakan untuk pekerjaan dalam periode waktu tertentu. BCWS juga menjadi tolak ukur kinerja waktu dari pelaksanaan proyek. BCWS merefleksikan penyerapan biaya rencana secara kumulatif untuk setiap paket pekerjaan berdasarkan urutannya sesuai jadwal yang direncanakan.

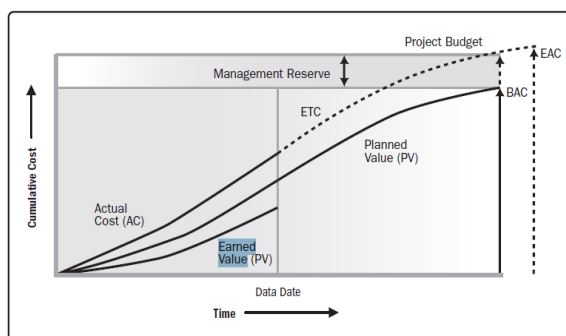
2. *Actual cost for work performed (ACWP)*

ACWP adalah representasi dari keseluruhan pengeluaran yang dikeluarkan untuk menyelesaikan pekerjaan dalam periode tertentu. ACWP dapat berupa kumulatif hingga periode perhitungan kinerja atau jumlah biaya pengeluaran dalam periode waktu tertentu.

3. *Budgeted cost for work performed (BCWP)*

BCWP adalah nilai yang diterima dari penyelesaian pekerjaan selama periode waktu tertentu. BCWP inilah yang disebut earned value. BCWP ini dihitung berdasarkan akumulasi dari pekerjaan-pekerjaan yang telah diselesaikan.

Penggunaan konsep *earned value* dalam penilaian kinerja proyek dijelaskan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Grafik *Earned Value* [9]

Lean Project Management

Ketidakproduktifan dalam pengerjaan proyek tidak memberi nilai tambah pada nilai produk akhir (*non-value adding activities*) yang dalam dunia konstruksi disebut *waste*. Ketidakproduktifan ini disebabkan oleh faktor-faktor yang terlibat dalam pelaksanaan proyek seperti manusia, metode, mesin, material, dan lingkungan [10]. Prinsip *Lean Project Management* menurut Artika [10] adalah sebagai berikut:

1. Sistem Proyek (*Project System*)

Sistem proyek berfungsi untuk mengidentifikasi kemungkinan *waste* yang bisa muncul dalam proyek dengan menggunakan *fishbone diagram* atau formulasi *if-then*. *Fishbone diagram* adalah sebuah diagram untuk mengetahui akar penyebab *waste*, yang dilihat dari segi material, metode, lingkungan, tenaga kerja, serta mesin. Selain mengidentifikasi *waste* juga perlu mengidentifikasi detail pekerjaan dengan *Work Breakdown Structure (WBS)*.

2. Pemilihan Solusi (*Right Solution*)

Pemilihan Solusi bertujuan untuk menangani *waste* yang berpotensi muncul saat pelaksanaan proyek.

3. Manajemen Risiko

Langkah-langkah untuk memajemen risiko adalah identifikasi risiko, penilaian risiko, menyusun respon, dan mengendalikan respon risiko.

4. Mengelola Variasi

Variasi dalam proyek artinya ketidakpastian, untuk itu pihak pelaksana perlu *manage* variasi, dengan cara mengestimasi sebelum pelaksanaan proyek baik dari segi biaya, waktu, dan sumber daya yang digunakan.

Hafez dan Aziz [11] menyebutkan delapan *waste* yang ada dalam *lean manufacturing*, yaitu: (1) *Overproduction*: Kegiatan berhubungan dengan produksi kuantitas yang lebih besar dari yang dipersyaratkan; (2) *Waiting/Menunggu*: Pekerja yang menganggur, pekerjaan sebelumnya belum selesai, menunggu karena kehabisan material, keterlambatan proses, peralatan rusak; (3) *Transportasi*: Memindahkan material, komponen atau barang jadi dalam jarak yang terlalu jauh; (4) *Over processing/Proses* yang tidak tepat: Melakukan langkah yang tidak diperlukan untuk memproses komponen; (5) *Inventory*: Persediaan yang berlebih menyebabkan masalah seperti keterlambatan pengiriman dan produk cacat yang disebabkan karena peramalan tidak akurat; (6) *Movement/Perpindahan*: Gerakan pekerja tidak diperlukan atau tidak efisien saat melakukan pekerjaannya; (7) *Rework*: Pekerjaan yang tidak sesuai dengan spesifikasi dan harus diperbaiki; (8) *Substitusi*: Penggantian material dengan material yang lebih mahal, pelaksanaan pekerjaan yang dapat dilaksanakan secara sederhana dengan alat yang canggih.

Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah bidang ilmu yang membahas tentang cara suatu organisasi menetapkan ukuran dalam memetakan berbagai risiko dan permasalahan yang ada melalui pendekatan manajemen secara komprehensif dan sistematis [12]. Proses manajemen risiko merupakan penerapan kebijakan manajemen, prosedur dan praktek, secara sistematis yang meliputi komunikasi dan konsultasi, penetapan konteks, identifikasi risiko, analisis risiko, evaluasi risiko, perlakuan risiko, pemantauan dan pengkajian ulang risiko [13].

PENGEMBANGAN MODEL

Deskripsi Sistem dan Permasalahan Sistem

Penelitian ini membahas pembuatan algoritma evaluasi kinerja proyek serta manajemen resiko pada proyek konstruksi sipil Proyek Indarung VI. PT Semen Padang melakukan proses Pengadaan Jasa Konstruksi untuk mendapatkan kontraktor dibidang Konstruksi Mekanikal, Sipil dan Elektrikal/instrument. Pengelolaan Jasa Konstruksi dibagi menjadi paket-paket besar dan kecil. Pembagian dari paket ini ditentukan oleh tim engineering proyek indarung VI berdasarkan kemampuan vendor yang akan diundang serta nilai pengadaannya. Paket-paket dengan nilai pekerjaan besar diberikan kepada kontraktor nasional sedangkan paket dengan nilai pekerjaan yang lebih kecil diberikan kepada kontraktor lokal. Tahapan proses pengadaan barang dan jasa pada proyek indarung VI dapat dilihat pada Gambar 2.

Pemenang pada masing-masing paket pekerjaan melaksanakan proses konstruksi setelah dilakukannya perikatan kontrak dan dilakukan *Kick off Meeting* (KOM) yang menjadi tanda proses pekerjaan telah dimulai. Kewajiban kontraktor selama proses konstruksi antara lain: (1) Setiap aktivitas yang dikerjakan oleh kontraktor wajib menyertakan *check list quality plan*, yang akan digunakan selama masa konstruksi. *Quality plan* juga diberikan untuk pekerjaan yang dilakukan oleh sub-kontraktor; (2) Seluruh peralatan kerja yang digunakan oleh kontraktor harus mendapat persetujuan dari Unit SHES (*Safety Health Environment and Security*); (3) Kontraktor diwajibkan untuk memberikan laporan mingguan perhitungan kemajuan proyek dengan batas *cut off* setiap minggunya pada hari Kamis pukul 24.00 WIB. Alur kemajuan laporan mingguan dapat dilihat pada Gambar 3; (4) Jika terdapat perubahan durasi, volume pekerjaan, atau perubahan item BOQ (*Bill of Quantity*) kontraktor harus membuat NCR

(*Non Confirmed Report*). Tahapan selanjutnya dilakukan oleh PT Semen Padang sesuai dengan prosedur yang berlaku; (5) Kontraktor memberikan laporan kemajuan per bulan pada hari Kamis minggu terakhir setiap bulannya; (6) Rapat mingguan dilakukan setiap hari Jumat dihadiri oleh *Project Manager* dari kontraktor terkait beserta jajarannya, konsultan supervisi, SHES PT Semen Padang, PCRM (*Project Control & Risk Management*) Proyek Indarung VI serta *Civil Construction* Proyek Indarung VI.

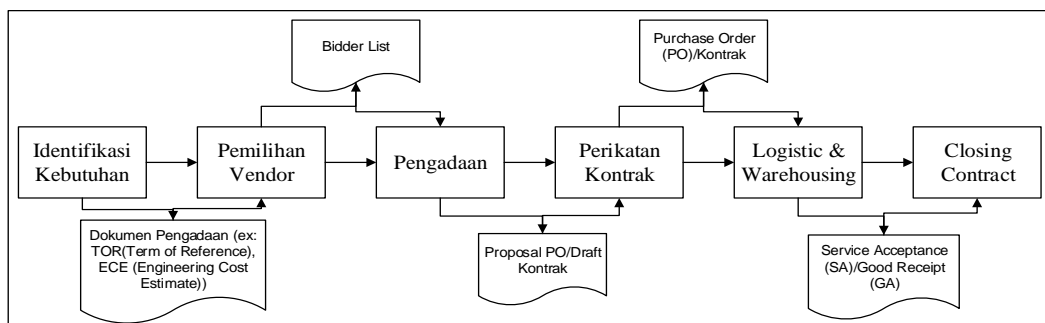
Permasalahan yang ada pada sistem yaitu terjadinya keterlambatan kemajuan konstruksi sipil pada Proyek Indarung VI dibandingkan dengan kemajuan yang direncanakan. Kemajuan yang dibandingkan adalah kemajuan mingguan yang dilaporkan oleh kontraktor dengan kemajuan rencana yang dibuat diawal kontrak. Pembuatan algoritma ini ditujukan untuk Unit PCRM sebagai unit yang bertugas melaksanakan pengawasan proyek, melakukan pengendalian biaya, waktu dan kualitas serta ruang lingkup pekerjaan proyek secara keseluruhan.

Identifikasi Stakeholder pada Sistem

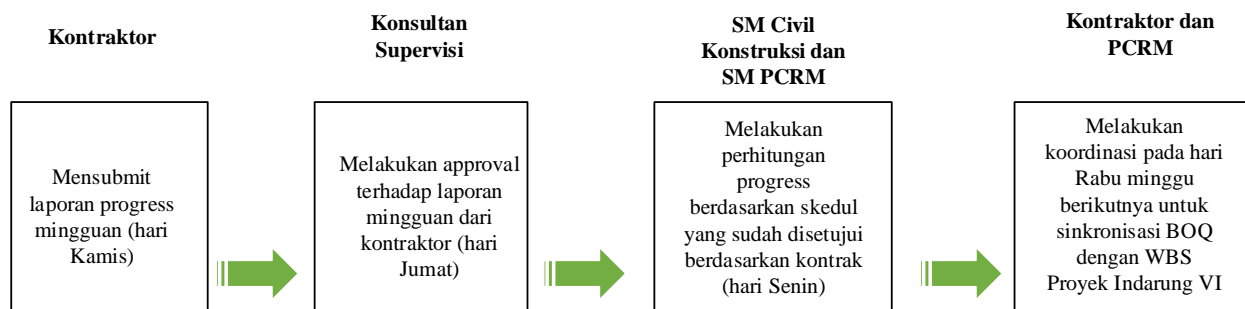
Stakeholder dalam sistem Proyek Indarung VI merupakan semua pihak yang terlibat dan memiliki kepentingan, memberlakukan persyaratan, harapan dan tujuan pada Proyek Indarung VI.

Pengembangan Algoritma Penyelesaian Masalah

Algoritma penyelesaian masalah pada penelitian ini terdiri dari 3 bagian utama yaitu: (1) evaluasi kinerja proyek; (2) penentuan dan penilaian resiko proyek; (3) tahapan mitigasi resiko proyek. Evaluasi kinerja proyek dilakukan dengan menggunakan metode EVM yang bertujuan untuk menilai dan mengukur kinerja berdasarkan jadwal dan biaya dasar. Metode HOR digunakan untuk menilai resiko proyek, metode yang digunakan adalah metode HOR I sedangkan pada mitigasi resiko metode yang digunakan adalah HOR II.



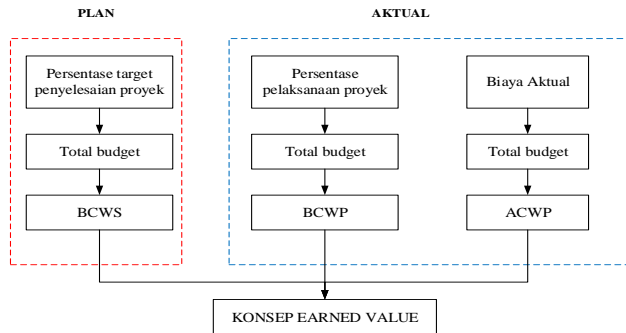
Gambar 2. Gambaran Proses Pengadaan Barang dan Jasa Proyek Indarung VI



Gambar 3. Alur Kemajuan Laporan Mingguan

Evaluasi Kinerja Proyek serta Identifikasi Non Added Value

Metode evaluasi yang digunakan adalah EVM. Variabel untuk perhitungan *Earned Value* adalah BCWS, ACWP, dan *Budgeted cost of work performed (BCWP)*. Hubungan antara masing-masing variabel dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tahapan perhitungan BCWS, BCWP dan ACWP [14]

Ketiga variabel tersebut menjadi input untuk melakukan perhitungan *Cost Variance (CV)*, *Schedule Variance (SV)*, *Cost Performance Index (CPI)*, dan *Schedule Performance Index (SPI)* sebagai berikut:

- Cost Variance*/varians biaya (CV)
 $CV = BCWP - ACWP$
 $CV < 0$, berarti biaya sebenarnya lebih tinggi dari yang direncanakan (buruk)
 $CV > 0$, berarti biaya sebenarnya kurang dari yang direncanakan dan berarti di bawah pengeluaran atau efisiensi tinggi (bagus)
 $CV = 0$, berarti biaya sebenarnya tepat direncanakan (bagus)
- Schedule Variance*/varians jadwal (SV)
 $SV = BCWP - BCWS$
 $SV > 0$, berarti proyek lebih cepat dari jadwal (baik)
 $SV = 0$, berarti jadwal sebenarnya tepat direncanakan (bagus)
 $SV < 0$, berarti proyek adalah keterlambatan jadwal (buruk)
- Cost Performance Index* / indeks kinerja biaya (CPI)
 $CPI = BCWP/ACWP$
 $CPI < 1$, berarti biaya menyelesaikan pekerjaan lebih tinggi daripada biaya kinerja
 $CPI > 1$, berarti biaya menyelesaikan pekerjaan kurang dari biaya kinerja
 $CPI = 1$, berarti biaya menyelesaikan pekerjaan kurang dari biaya kinerja
- Schedule Performance Index*/indeks kinerja jadwal (SPI)
 $SPI = BCWP / BCWS$
 $SPI < 1$, berarti proyek ini keterlambatan jadwal
 $SPI > 1$, berarti proyek lebih cepat dari jadwal
 $SPI = 0$, berarti jadwal sebenarnya sudah sesuai rencana
- To Complete Performance Index*/indeks kinerja dihitung biaya yang dicapai pada sisa pekerjaan (TCPI)
 $TCPI = \frac{BAC-BCWP}{EAC-ACWP}$
 $TCPI < 1$, berarti pengerjaan proyek berjalan baik dari segi waktu dan biaya
 $TCPI > 1$, berarti pengerjaan proyek tidak berjalan baik dari segi waktu dan biaya

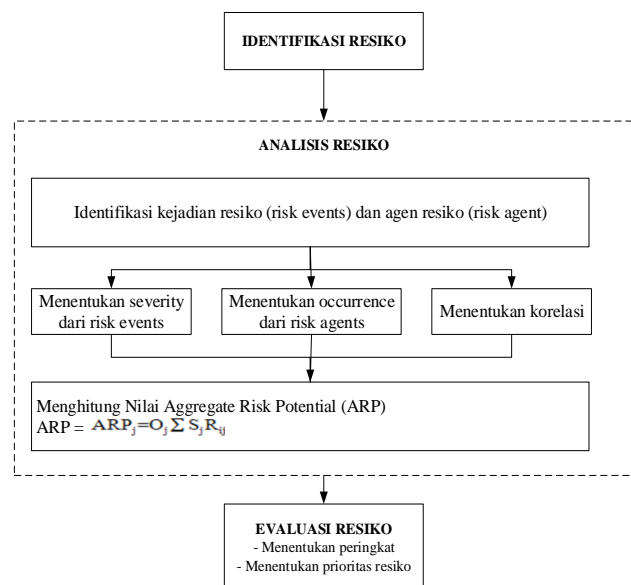
$TCPI = 0$, berarti pengerjaan proyek berjalan sesuai rencana dari segi waktu dan biaya.

Identifikasi Waste

Menurut Nuruddin *et al.* [15] dalam penelitian mereka, *critical waste* diidentifikasi untuk mengetahui sebagian besar kejadian waste dalam proses produksi. *Critical waste* dapat ditemukan dengan kuesioner/wawancara kepada *expert* proyek tersebut. *Expert* pada proyek disini adalah pihak yang mengetahui kondisi proyek tersebut seperti user, kontraktor, dan konsultan terkait. Hasil kuesioner atau wawancara tersebut dilakukan pembobotan.

Manajemen Resiko dengan HOR I

Metode HOR adalah metode untuk manajemen risiko secara proaktif, dimana *risk agent* yang teridentifikasi sebagai penyebab *risk event* dapat dikelola [16]. Tahap HOR 1 dimulai dari identifikasi risiko, penentuan tingkat keparahan (*severity*) dan kemungkinan terjadinya risiko (*occurance*), kemudian dikembangkan matrix korelasi antara masing-masing agen risiko dengan masing-masing risiko. Korelasi antara agen risiko dan risiko diberi nilai Relationship (R_{ij}) {0, 1, 3, 9} dengan nilai 0 menunjukkan tidak ada korelasi (*no correlation*), nilai 1, 3, dan 9 menunjukkan korelasi rendah (*low*), sedang (*moderate*), dan tinggi (*high*).Langkah penggunaan metode HOR I secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Langkah HOR I [16]

Mitigasi Resiko dengan HOR II

Tahap HOR 2 dimulai dari pemilihan beberapa agen risiko dengan nilai tinggi, menentukan langkah *proactive action (PAk)* untuk masing-masing *risk agent*, tentukan hubungan antara masing-masing PA dan *risk agent* (E_{jk}) {0, 1, 3, 9} dengan nilai 0 menunjukkan tidak ada korelasi (*no correlation*), nilai 1, 3, dan 9 menunjukkan korelasi rendah, sedang, dan tinggi, menghitung total efektifitas masing-masing *proactive action*, menilai tingkat kesulitan (D_k), menghitung rasio total efektifitas, dan memberikan rangking prioritas pada *proactive action* (R_k). Tahap HOR II ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Langkah HOR II [16]

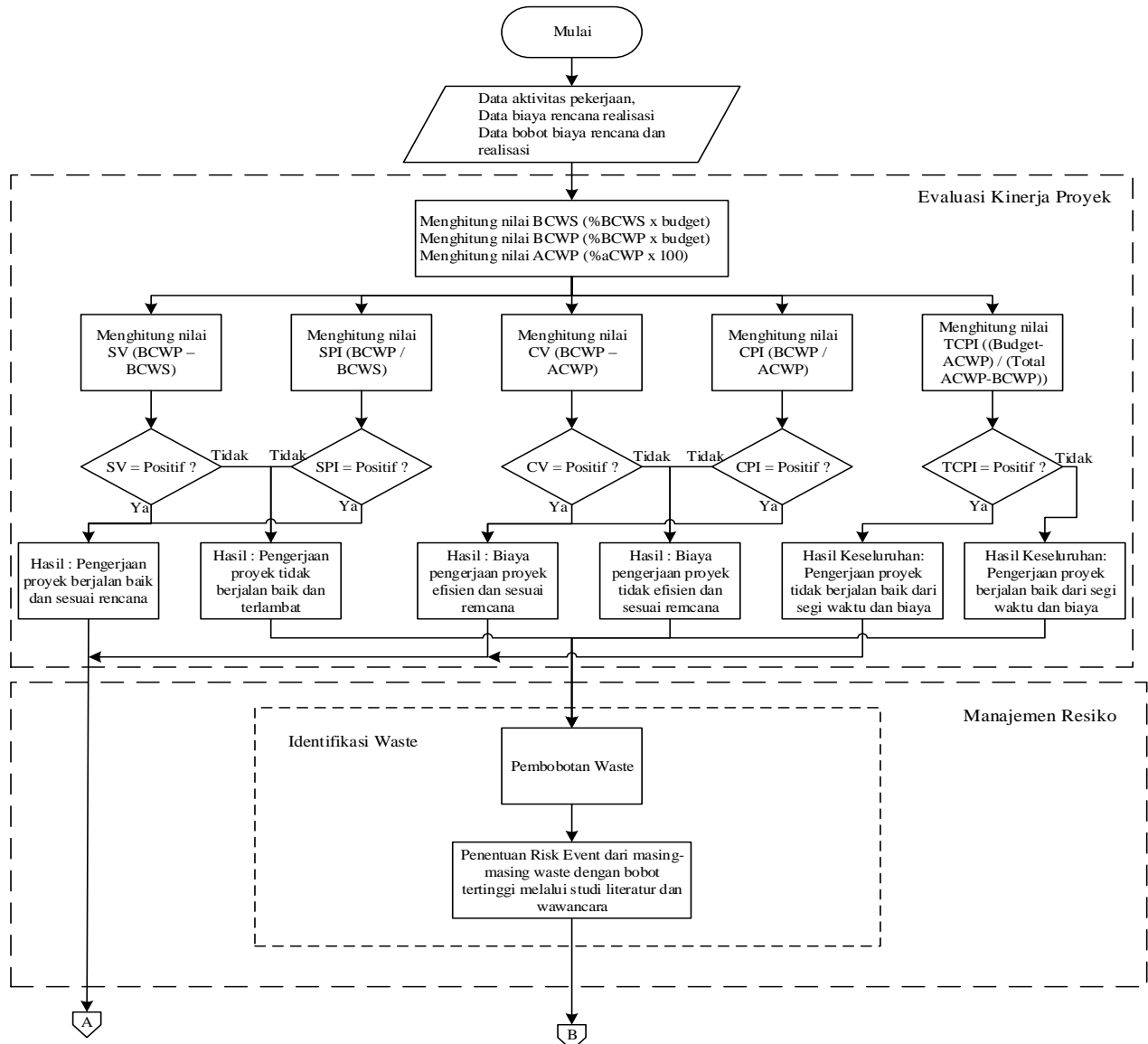
Tahapan-tahapan penyelesaian masalah yang telah dijabarkan tersebut dapat dibentuk menjadi sebuah algoritma untuk mempermudah dalam pelaksanaan evaluasi proyek dan manajemen resiko. Algoritma ini merupakan adaptasi dari konsep evaluasi proyek dengan metode *earned value*, *lean construction*. Algoritma tersebut dapat dilihat pada Gambar 7.

IMPLEMENTASI MODEL

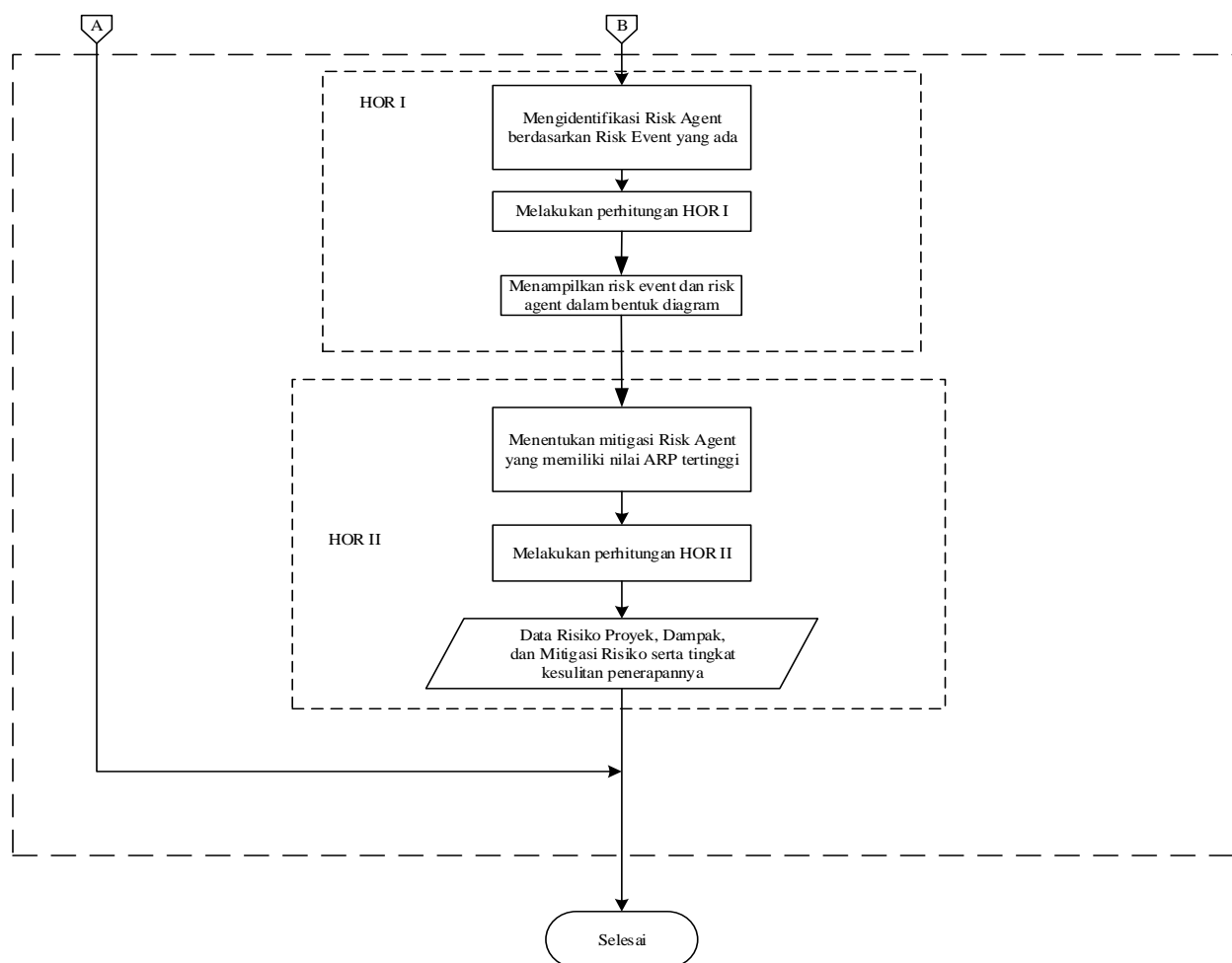
Proses implementasi model pada penelitian ini dilakukan untuk mengimplementasikan algoritma yang telah dibuat kepada proyek Konstruksi Sipil (CC) Paket II di Pabrik Indarung VI. Tahapan yang akan diimplementasikan pada proyek tersebut adalah evaluasi kinerja proyek, penentuan konteks dan penilaian risiko dalam pengerjaan proyek serta, mitigasi risiko proyek.

Evaluasi Kinerja Proyek berdasarkan EVM

Hasil akhir evaluasi kinerja proyek dengan menggunakan metode EVM adalah berupa indeks prestasi yang menggambarkan perkiraan rencana penyelesaian (Tabel 1). Hasil evaluasi proyek menggunakan *earned value* menunjukkan bahwa pengerjaan proyek pada setiap bulan tidak berjalan sesuai dengan biaya dan jadwal yang telah direncanakan sebelumnya, dilihat dari rata-rata nilai $CPI < 1$, $SPI < 1$ dan $TCPI > 1$.



Gambar 7. Algoritma Penyelesaian Masalah



Gambar 7. Algoritma Penyelesaian Masalah (lanjutan)

Tabel 1. Indeks Prestasi Perkiraan Rencana Penyelesaian

No	Bulan	ACWP (%)	BCWS (%)	BCWP (%)	SV(%)	SPI	CV (%)	CPI	TCPI
1	Jan-15	0.004	0.686	1.286	0.006	1.875	0.864	3.045	1.12194
2	Feb-15	3.613	5.085	4.795	-0.003	0.943	1.181	1.327	1.13232
3	Mar-15	7.583	11.761	9.091	-0.027	0.773	1.508	1.199	1.13343
4	Apr-15	16.959	24.279	16.642	-0.076	0.685	-0.318	0.981	1.16978
5	May-15	23.303	44.950	29.464	-0.155	0.655	6.161	1.264	1.06233
6	Jun-15	33.150	59.783	34.436	-0.253	0.576	1.286	1.039	1.20961
7	Jul-15	35.572	71.309	40.597	-0.307	0.569	5.026	1.141	1.09134
8	Aug-15	44.034	79.083	45.674	-0.334	0.578	1.640	1.037	1.18736
9	Sep-15	56.928	86.213	51.172	-0.350	0.594	-5.757	0.899	1.25147
10	Oct-15	67.598	96.821	61.581	-0.352	0.636	-6.017	0.911	1.15248
11	Nov-15	80.751	99.463	66.268	-0.332	0.666	-14.483	0.821	1.26655
12	Dec-15	88.407	100.000	67.584	-0.324	0.676	-20.823	0.764	1.22207

Manajemen Risiko berdasarkan HOR I

Metode HOR I digunakan untuk menentukan kejadian risiko (*risk event*) dan agen penyebab risiko (*risk agent*). Penentuan ini dilakukan melalui studi literatur dan wawancara dengan pihak terkait. Hasil identifikasi *risk agent* dan *risk event* serta, perhitungan indeks prioritas risiko tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Contoh perhitungan HOR I:

$$\begin{aligned}
 \text{ARP}_{A4} &= O_i \sum S_i R_{ij} \\
 &= O_{A4} * [(S_{E3} * R_{E3A4}) + (S_{E4} * R_{E3A4})] \\
 &= 4 * [(4 * 3) + (4 * 3)] \\
 &= 96
 \end{aligned}$$

Cara menentukan kelompok *risk agent* yang menjadi prioritas penanganan adalah dengan menggunakan hukum Pareto atau dikenal dengan hukum 80:20. Penerapan hukum Pareto pada penanganan risiko adalah bahwa 80% kerugian perusahaan disebabkan oleh 20% risiko yang krusial. Dengan memfokuskan penanganan pada 20% risiko yang krusial, maka dampak risiko perusahaan sebesar 80% dapat teratasi.

Dari 49 *risk agent*, terpilih 12 *risk agent* yang menjadi prioritas. Setelah mendapatkan sejumlah agen penyebab risiko prioritas, maka tahap manajemen risiko dilanjutkan ke HOR II. Agen penyebab risiko yang termasuk kategori prioritas tersebut akan menjadi input pada perhitungan HOR II.

Manajemen Risiko berdasarkan HOR II

HOR fase II bertujuan untuk menentukan strategi mitigasi atas agen risiko yang telah teridentifikasi sebelumnya. Tabel 3

menunjukkan rekapitulasi hasil perhitungan nilai *total effectiveness* (TE) dan *Effectiveness to Difficulty ratio* (ETD) pada HOR fase II hasil implementasi.

Tabel 3. Perhitungan *Effectiveness to Difficulty ratio* (ETD)

Risk Agent (Ei)	Tindakan Mitigasi Risiko / Preventive Action (Aj)																									ARP
	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	PA7	PA8	PA9	PA10	PA11	PA12	PA13	PA14	PA15	PA16	PA17	PA18	PA19	PA20	PA21	PA22	PA23	PA24	PA25	
A11														3						9						450
A5																		3							9	375
A44		3	9								3															255
A57												9	9													198
A13							9		9																	188
A12			9																							165
A17		9					3																			135
A36																				9		3				135
A45						9																				135
A4											9													3		96
A37																							9			60
A54				9																				3		60
Total Effectiveness of Action (Tk)	0	1980	3780	540	0	1215	2097	0	1692	765	864	1782	1782	1350	0	0	0	1125	0	5265	0	405	0	1008	3375	
Degree of Difficulty Performing Action (Dk)		4	4	4		3	3		3	3	3	5	4	3				3		4		3		3	3	
Effectiveness to difficulty ratio (ETD)	0	495	945	135	0	405	699	0	564	255	288	356	446	450	0	0	0	375	0	1316	0	135	0	336	1125	
Rank of Priority	17	6	3	15	18	9	4	19	5	14	13	11	8	7	20	21	21	10	23	1	24	16	25	12	2	

Contoh Perhitungan HOR II

$$TE_k = \sum ARP_j E_{jk}$$

$$TE_{PA2} = [(ARP_{A44} * E_{A44PA2}) + (ARP_{A17} * E_{A17PA2})]$$

$$= [(255 * 3) + (135 * 9)]$$

$$= 765 + 1215$$

$$= 1980$$

$$ETD_k = TE_k / D_k$$

$$ETD_{PA2} = TE_{PA2} / D_{PA2}$$

$$= 1980 / 4$$

$$= 495$$

Perumusan Tindakan Mitigasi Risiko

Setelah menentukan nilai ETD untuk setiap tindakan mitigasi risiko, maka dilakukan penyusunan peringkat tindakan mitigasi berdasarkan nilai ETD tersebut dari yang terbesar hingga terkecil. Peringkat ini akan menunjukkan mana tindakan mitigasi risiko yang harus dilakukan perusahaan terlebih dahulu (Tabel 4).

Tabel 4. Penentuan Tindakan Mitigasi Risiko Prioritas

Rank	Kode	Tindakan Mitigasi Risiko	TE _k	D _k	ETD
1	PA20	Menempatkan personil yang mempunyai kualifikasi dan pengalaman dalam proyek sejenis	5265	4	1316.25
2	PA25	Penempatan manajer area yang memiliki kemampuan koordinasi dan komunikasi yang baik serta implementasi prosedur <i>communication management plan</i>	3375	3	1125

Tabel 4. Penentuan Tindakan Mitigasi Risiko Prioritas (lanjutan)

Rank	Kode	Tindakan Mitigasi Risiko	TE _k	D _k	ETD
3	PA3	Desain dalam dokumen tender merupakan data final dan telah melalui proses analisis dan <i>review</i> desain	3780	4	945
4	PA7	Meningkatkan komunikasi dengan pihak ketiga	2097	3	699
5	PA9	Melakukan diskusi teknis dan rapat koordinasi secara intensif	1692	3	564
6	PA2	Pengidentifikasian <i>scope</i> proyek pada masa awal tender	1980	4	495
7	PA14	<i>Review</i> dan analisis desain dengan intens	1350	3	450
8	PA13	<i>Update</i> proyeksi pembayaran secara rutin minimal sekali sebulan oleh PT Semen Padang	1782	4	445.5
9	PA6	Memilih sub-kontraktor yang memiliki pekerja atau sumber daya yang baik	1215	3	405
10	PA18	Membuat jadwal terhadap skala prioritas pengerjaan desain <i>engineering</i>	1125	3	375

Proses perumusan tindakan mitigasi risiko secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perumusan Tindakan Mitigasi Risiko

Kode Kejadian Risk Risiko (<i>Risk Event Event</i>)	Kode Risiko (<i>Risk Severity Risk Agent</i>)	Agen Penyebab Risiko (<i>Risk Agent</i>)	Occurrence	Kode PA	Tindakan Mitigasi	Tingkat Kesulitan Penerapan	
E1	Perubahan volume pekerjaan	5	Kesalahan perhitungan BOQ oleh konsultan	5	PA14	Review dan analisis desain dengan intens	3
					PA20	Menempatkan personil yang mempunyai kualifikasi dan pengalaman dalam proyek sejenis	4
					PA3	Desain dalam dokumen tender merupakan data final dan telah melalui proses analisis dan <i>review</i> desain	4
E2	Kerjaan berulang / pekerjaan perbaikan	2	Perubahan pada spesifikasi konstruksi	3	PA2	Pengidentifikasian <i>scope</i> proyek pada masa awal tender	4
					PA7	Meningkatkan komunikasi dengan pihak ketiga	3
					PA7	Meningkatkan komunikasi dengan pihak ketiga	3
E3	Periode manggurr	4	Pekerjaan <i>rework and repair</i>	4	PA9	Melakukan diskusi teknis dan rapat koordinasi secara intensif	3
					PA2	Pengidentifikasian <i>scope</i> proyek pada masa awal tender	4
					PA3	Desain dalam dokumen tender merupakan data final dan telah melalui proses analisis dan <i>review</i> desain	4
E4	Proses persetujuan yang panjang	4	Perubahan detail pengerjaan	5	PA10	Koordinasi dan komunikasi yang intens antara PT Semen Padang dengan konsultan, vendor dan kontraktor	3
					PA24	Menempatkan personil yang mempunyai kualifikasi dan berpengalaman dalam <i>review</i> desain serta menambah personil sesuai beban kerja	3
					PA11	Meningkatkan koordinasi dan komunikasi dalam tim <i>engineering</i>	3
E5	Masalah <i>owner</i> seperti birokrasi dalam organisasi <i>owner</i>	4	Keterlambatan dalam <i>me-review</i> dan menyetujui dokumen desain oleh <i>owner</i>	5	PA24	Menempatkan personil yang mempunyai kualifikasi dan berpengalaman dalam <i>review</i> desain serta menambah personil sesuai beban kerja	3
					PA24	Menempatkan personil yang mempunyai kualifikasi dan berpengalaman dalam <i>review</i> desain serta menambah personil sesuai beban kerja	3
					PA11	Meningkatkan koordinasi dan komunikasi dalam tim <i>engineering</i>	3
E6	Mekanisme pengambilan keputusan yang tidak memadai dan lamban	5	Masalah <i>owner</i> seperti birokrasi dalam organisasi <i>owner</i>	4	PA18	Membuat jadwal terhadap skala prioritas pengerjaan desain <i>engineering</i>	3
					PA25	Penempatan manajer area yang memiliki kemampuan koordinasi dan komunikasi yang baik serta mengimplementasikan prosedur <i>communication management plan</i>	3

Tabel 5. Perumusan Tindakan Mitigasi Risiko (Lanjutan)

Kode Risk Event	Kejadian Risiko (<i>Risk Event</i>)	Severity	Kode Risk Agent	Agen Penyebab Risiko (<i>Risk Agent</i>)	Occurrence	Kode PA	Tindakan Mitigasi	Tingkat Kesulitan Penerapan
E6	Kesalahan eksekusi	2	A13	Pekerjaan <i>rework</i> and <i>repair</i>	4	PA7 PA9	Meningkatkan komunikasi dengan pihak ketiga Melakukan diskusi teknis dan rapat koordinasi secara intensif	3
E7	Pembayaran terhadap pembelian material atau penyewaan peralatan terlambat	4	A57	Pembayaran uang muka atau pelunasan terlambat oleh <i>owner</i>	3	PA12 PA13	Kontraktor harus membuat estimasi biaya berdasarkan harga kondisi sekarang dan estimasi peningkatan harga selama pelaksanaan proyek <i>Update</i> proyeksi pembayaran secara rutin minimal sekali sebulan oleh PT Semen Padang	5 4
E8	Penjadwalan pekerjaan tidak sesuai	2	A12	Terjadi penambahan jenis pekerjaan	5	PA3	Desain dalam dokumen tender merupakan data final dan telah melalui proses analisis dan <i>review</i> desain	4
E10	Mutu pekerjaan tidak memenuhi spesifikasi	2	A13	Pekerjaan <i>rework</i> and <i>repair</i>	4	PA7 PA9	Meningkatkan komunikasi dengan pihak ketiga Melakukan diskusi teknis dan rapat koordinasi secara intensif	3
E16	Tidak akuratnya Estimasi <i>quantity</i>	5	A11	Kesalahan perhitungan BOQ oleh konsultan	5	PA14 PA20	<i>Review</i> dan analisis desain dengan intens Menempatkan personil yang mempunyai kualifikasi dan pengalaman dalam proyek sejenis	3 4
E17	Kenaikan biaya konstruksi / pembelian material	2	A44	Perubahan detail pengerjaan	5	PA2 PA3 PA10	Pengidentifikasian <i>scope</i> proyek pada masa awal tender Desain dalam dokumen tender merupakan data final dan telah melalui proses analisis dan <i>review</i> desain Koordinasi dan komunikasi yang intens antara PT Semen Padang dengan konsultan, vendor dan kontraktor	4 4 3
E21	Owner melakukan perubahan desain	5	A36	Kurang pengalaman dari tim desain	3	PA20 PA22	Menempatkan personil yang mempunyai kualifikasi dan pengalaman dalam proyek sejenis Melakukan pelatihan untuk meningkatkan kemampuan tim <i>Engineering</i>	4 3
			A45	Perencanaan jumlah sumber daya manusia yang akan dipakai kurang tepat	3	PA6	Memilih sub-kontraktor yang memiliki pekerja atau sumber daya yang baik	3
			A54	Survey dan investigasi kondisi lapangan tidak mendalam	4	PA4 PA24	Melakukan survei dan investigasi kondisi lapangan setelah dilakukan pendalaman spesifikasi dan gambar Menempatkan personil yang mempunyai kualifikasi dan berpengalaman dalam <i>review</i> desain serta menambah personil sesuai beban kerja	4 3

Tabel 5. Perumusan Tindakan Mitigasi Risiko (Lanjutan)

Kode Risk Event	Kejadian Risiko (Risk Event)	Severity	Kode Risk Agent	Agen Penyebab Risiko (Risk Agent)	Occurrence	Kode PA	Tindakan Mitigasi	Tingkat Kesulitan Penerapan
E23	Terjadi kerusakan yang menyebabkan hasil pekerjaan harus dibongkar/ Diperbaiki	2	A13	Pekerjaan <i>rework</i> and <i>repair</i>	4	PA7	Meningkatkan komunikasi dengan pihak ketiga	3
						PA9	Melakukan diskusi teknis dan rapat koordinasi secara intensif	
E24	Penundaan jadwal pekerjaan	2	A5	Mekanisme pengambilan keputusan yang tidak memadai dan lamban	5	PA18	Membuat jadwal terhadap skala prioritas pengerjaan desain <i>engineering</i>	3
						PA25	Penempatan manajer area yang memiliki kemampuan koordinasi dan komunikasi yang baik serta mengimplementasikan prosedur <i>communication management plan</i>	3
E26	Kekurangan jumlah tenaga kerja	2	A57	Pembayaran uang muka atau pelunasan terlambat oleh <i>owner</i>	3	PA12	Kontraktor harus membuat estimasi biaya berdasarkan harga kondisi sekarang dan estimasi peningkatan harga selama pelaksanaan proyek	5
						PA13	<i>Update</i> proyeksi pembayaran secara rutin minimal sekali sebulan oleh PT Semen Padang	4
E27	Kesulitan keuangan oleh kontraktor/vendor	4	A57	Pembayaran uang muka atau pelunasan terlambat oleh <i>owner</i>	3	PA12	Kontraktor harus membuat estimasi biaya berdasarkan harga kondisi sekarang dan estimasi peningkatan harga selama pelaksanaan proyek	5
						PA13	<i>Update</i> proyeksi pembayaran secara rutin minimal sekali sebulan oleh PT Semen Padang	4
E28	Pihak <i>owner</i> tidak menjelaskan detail spesifikasi barang atau pekerjaan	5	A5	Mekanisme pengambilan keputusan yang tidak memadai dan lamban	5	PA18	Membuat jadwal terhadap skala prioritas pengerjaan desain <i>engineering</i>	3
						PA25	Penempatan manajer area yang memiliki kemampuan koordinasi dan komunikasi yang baik serta mengimplementasikan prosedur <i>communication management plan</i>	3

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil membuat algoritma untuk mengevaluasi proyek, menentukan, menilai dan memitigasi risiko pada pembangunan konstruksi sipil pada pabrik semen yang dirancang menggunakan prosedur EVM untuk evaluasi proyek serta prosedur HOR untuk manajemen resiko. Hasil implementasi algoritma pada kasus Konstruksi Sipil Pakt CC-2 Proyek Indarung VI didapatkan hasil sebagai berikut: (1) Pengerjaan proyek tidak sesuai rencana dilihat nilai $CPI < 1$, $SPI < 1$ dan $TCPI > 1$, yang berarti pengerjaan proyek tidak berjalan baik dari segi waktu dan biaya; (2) Faktor-faktor dominan yang menyebabkan terjadinya keterlambatan antara lain kesalahan perhitungan BOQ oleh konsultan, mekanisme pengambilan keputusan yang tidak memadai dan lamban, perubahan detail pengerjaan, pembayaran uang muka atau pelunasan terlambat oleh Owner serta pekerjaan *rework* dan *repair*. Algoritma yang

dihasilkan hanya dapat digunakan untuk evaluasi proyek yang menggunakan metode EVM serta manajemen resiko yang menggunakan metode *House of Risk* (HOR), untuk penggunaan metode lainnya algoritma yang telah dibuat dapat disesuaikan kembali. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan algoritma yang ada menjadi aplikasi evaluasi dan manajemen resiko proyek sehingga lebih *user friendly* dan mudah untuk digunakan dalam pelaporan progres proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik (BPS), "Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Triwulan II-2016," 2016.
- [2] Kemenperin, "Konsumsi Semen Naik Tipis," 2016. [Online]. Available: www.kemenperin.go.id. [Accessed: 27-Nov-2016].
- [3] Q. Cao and J. J. Hoffman, "A case study approach for developing a project performance evaluation system," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 29, pp. 155–164, 2011.

- [4] G. Bradley, *A Guide to Risk Management*. Queensland, Australia: Queensland Treasury, 2011.
- [5] S. Y. Pujihastuti and M. Priyo, "Aplikasi Metode Nilai Hasil (Earned Value Method) pada Sistem Pengendalian Proyek," *J. Ilm. Semesta Tek.*, vol. 15, no. 2, pp. 159–161, 2012.
- [6] D. K. Purwandono, "Aplikasi Model House of Risk (HoR) Untuk Mitigasi Risiko Proyek Pembangunan Jalan Tol Gempol-Pasuruan," Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), 2010.
- [7] M. B. Karim and P. D. Karningsih, "Perencanaan dan Pengendalian Proyek Konstruksi Menggunakan Critical Chain Project Management dan Lean Construction untuk Meminimasi Waste," *J. Tek. POMITS*, vol. 1, pp. 1–5, 2012.
- [8] A. Husen, *Manajemen Proyek, Edisi Revisi*. Yogyakarta: CV. Andi Offset, 2011.
- [9] C. S. Snyder, *A guide to the project management body of knowledge: PMBOK (®) guide*. Newtown Square, PA, USA: Project Management Institute, 2014.
- [10] D. Artika, "Penerapan Metode Lean Project Management Dalam Proyek Konstruksi Pada Pembangunan Gedung DPRD Kabupaten Ogan Ilir," *J. Tek. Sipil dan Lingkungan*, vol. 2, no. 1, pp. 171–179, 2015.
- [11] R. F. Aziz and S. M. Hafez, "Applying lean thinking in construction and performance improvement," *Alexandria Eng. J.*, vol. 52, no. 4, pp. 679–695, 2013.
- [12] I. Fahmi, *Manajemen Risiko: Teori, Kasus, dan Solusi*. Bandung: Alfabeta, 2010.
- [13] T. I. O. for S. (ISO), "ISO 31000: Risk Management–Principles and Guidelines," Switzerland, 2009.
- [14] Sarvina, "Project Evaluation Using Earned Value Analysis And Lean Project Management To Minimize Waste, Case Study: Indarung VI Project, PT Semen Padang," Universitas Andalas, 2016.
- [15] A. W. Nuruddin, S. Surachman, N. W. Setyanto, and R. Soenoko, "Implementasi Konsep Lean Manufacturing Untuk Meminimalkan Waktu Keterlambatan Penyelesaian Produk "A" Sebagai Value Pelanggan (Studi Kasus PT. TSW (Tuban Steel Work)," *Rekayasa Mesin*, vol. 4, no. 2, pp. 147–156, 2013.
- [16] N. Nurlela and H. Suprpto, "Identifikasi Dan Analisis Manajemen Risiko Pada Proyek Pembangunan Infrastruktur Bangunan Gedung Bertingkat," *J. Ilm. Desain dan Konstr.*, vol. 13, no. 2, p. 115, 2014.

NOMENKLATUR

O	= Occurance
S	= Severity
R	= Nilai Korelasi
i	= risk event
j	= risk agent