

P-62

## ANALISIS FAKTOR-FAKTOR RISIKO *CONTINGENCY COST* PROYEK EPC PIPELINE

### ANALYSIS OF *RISK FACTORS CONTINGENCY COST* EPC PIPELINE PROJECT

Manlian Ronald A. Simanjuntak<sup>1</sup>, Bernadette Christin<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan, Tangerang Selatan

\*E-mail: [bernadette.christin@gmail.com](mailto:bernadette.christin@gmail.com)

Diterima 12-10-2020	Diperbaiki 14-10-2020	Disetujui 7-12-2020
---------------------	-----------------------	---------------------

#### ABSTRAK

Selaras dengan cakupan pekerjaannya yang luas, proyek EPC pipeline memiliki kompleksitas pekerjaan yang tinggi sehingga juga memiliki potensi risiko yang tinggi. Manajemen risiko memainkan peranan yang besar dalam mengoptimalkan keberhasilan proyek. Kegagalan dalam mengidentifikasi dan mengelola potensi risiko dalam proyek ini dapat menyebabkan *underestimation* pada budget dan menyebabkan *cost overrun*. uang lingkup Perkerjaan proyek EPC pipeline yang luas membuat kompleksitasnya tinggi sehingga mempunyai risiko yang tinggi. Manajemen risiko berperan besar dalam mengoptimalkan peluang keberhasilan proyek. Kegagalan dalam mengidentifikasi dan mengelola potensi risiko dalam proyek ini dapat menyebabkan *underestimation* budget dan menyebabkan *cost overrun* proyek. Salah satu tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor dan variabel risiko dalam proyek EPC pipeline. Penelitian ini mempelajari beberapa penelitian terkait faktor risiko *cost contingency*. Berdasarkan studi literatur yang dilakukan, terdapat 4 (empat) faktor risiko dan 35 (tiga puluh lima) variabel risiko dalam pengerjaan proyek EPC pipeline, diantaranya terdapat beberapa variabel risiko *contingency cost* yang dominan yaitu kondisi *unforeseen* yang menyebabkan perubahan disain, kondisi cuaca yang mempengaruhi produktifitas kerja, kesalahan estimasi dan perencanaan anggaran biaya, dan keterlambatan persetujuan ijin dan lisensi.

**Kata kunci :** *contingency cost, risiko, manajemen risiko, proyek EPC pipeline*

#### ABSTRACT

EPC Pipeline project aligned to its wide scope of work has a high complexity of works therefore also has a high potential of risks. Risk management play great role in optimizing projects succeed. Failure in identifying and managing the potential risks in this project could lead to budget *underestimation* and causing the *cost overrun* in project. One of the objectives of this research is to know the risk factors and variables in EPC pipeline project. This research studies several researchs related to risks factor *contingency cost*. Based on the literature study, there are 4 (four) risk factors and 35 (thirty-five) risk variables in the EPC pipeline project, of which several dominant risk variables are *unforeseen* conditions that cause changes in design, weather conditions that affecting work productivity, mistakes in budget estimation and planning, and approval delay of permits and licenses.

**Keywords :** *contingency cost, risk, risk management, EPC pipeline project*

## PENDAHULUAN

Cadangan gas bumi per 1 Januari 2018 yang tertulis pada Laporan Tahunan Capaian Pembangunan 2018 [1] adalah sebesar 135,55 Triliun kaki kubik (TSCF). Sampai dengan Maret 2020, panjang Pipa Transmisi dan Distribusi Gas Bumi di Indonesia adalah 14.855,50 km. [2] Pembangunan pipa transmisi dan distribusi gas bumi yang akan digunakan untuk mengalirkan gas bumi masih akan terus menggeliat beberapa tahun kedepan terlihat dengan rencana pembangunan pipa gas bumi trans Kalimantan. [3]

Menurut PerMen No.19 tahun 2009 tentang Kegiatan Usaha Gas Bumi Melalui Pipa, yang dimaksud dengan Pipa Transmisi adalah pipa untuk mengangkut Gas Bumi dari sumber pasokan Gas Bumi atau lapangan Gas Bumi ke satu atau lebih pusat distribusi dan/atau ke satu atau lebih konsumen Gas Bumi atau yang menghubungkan sumber-sumber pasokan Gas Bumi. Pipa Distribusi adalah pipa untuk mengangkut Gas Bumi dari suatu Pipa Transmisi atau dari Pipa Distribusi ke Konsumen Gas Bumi atau ke Pipa Distribusi lainnya yang berbentuk jaringan.

Jaringan infrastruktur pipa atau *pipeline* digunakan sebagai sarana transportasi gas dari suatu lokasi ke lokasi lain melalui sistem pemipaan. Penggunaan pipa untuk pendistribusian gas bumi jarak jauh merupakan salah satu strategi penghematan biaya transportasi yang apabila dibandingkan dengan penggunaan angkutan darat menggunakan armada darat masih terbilang cukup mahal. [4]

Pembangunan jaringan pipa gas sangat diperlukan untuk memanfaatkan gas bumi secara maksimal dan efisien, baik sebagai bahan baku maupun bahan bakar atau energi. Proyek pembangunan jaringan pipa gas bersifat kompleks dan berskala besar dengan potensi risiko yang juga besar. Dalam memitigasi potensi risiko yang besar, pemilik proyek cenderung memindahkan risiko tersebut ke penyedia jasa (kontraktor) dengan menggunakan kontrak EPC.

Pekerjaan EPC merupakan pekerjaan konstruksi terintegrasi yang biasa dilakukan untuk pekerjaan besar di industri migas (minyak dan gas), pembangkit tenaga listrik dan energi dimana lingkup pekerjaan yang harus dikerjakan meliputi pekerjaan perengkayasaan (*engineering*), pengadaan (*procurement*), dan pelaksanaan (*construction*). Tipe kontrak dengan metode EPC sangat disukai oleh pemilik atau pemberi kerja karena proyek dapat dikerjakan dengan

biaya modal yang tetap. Pemilik atau pemberi kerja memindahkan risiko kepada perusahaan EPC.

Tipe kontrak EPC dalam dunia konstruksi telah mengalami publisitas yang buruk melihat sejumlah kontraktor menderita kerugian yang cukup besar dikarenakan minimnya pengetahuan mengenai identifikasi, penilaian dan mitigasi risiko. Ruang lingkup pekerjaan EPC yang luas membuat potensi risiko yang dihadapi oleh perusahaan konstruksi semakin besar karena harus menanggung risiko dari proses desain/perancangan sistem yang akan dibangun, pengadaan/pembelian barang sampai ke tahap pembangunan/konstruksi sesuai dengan perancangan yang sudah dilakukan, tetapi Mubin dan Mannan [5] menegaskan bahwa ketika risiko ditangani dengan benar maka kontraktor akan menerima imbalan yang besar.

Untuk mendukung keberhasilan pelaksanaan proyek EPC *pipeline* diperlukan manajemen proyek yang baik. Dengan manajemen proyek yang baik, organisasi dapat mengerjakan proyek secara efektif dan efisien. Salah satu area pengetahuan yang penting dalam Manajemen Proyek adalah Manajemen Risiko Proyek, PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) mencantumkan Manajemen Risiko Proyek sebagai salah satu manajemen dari 10 (sepuluh) area pengetahuannya.

Manajemen risiko dilakukan dalam perhitungan biaya proyek untuk menghindari terjadinya *cost overrun* dimana biaya mitigasi risiko dimasukkan sebagai *contingency cost*. *Contingency cost* adalah biaya atau perkiraan biaya yang dicadangkan untuk mengantisipasi kondisi ketidakpastian pada item pekerjaan tertentu berdasarkan pengalaman dan pelaksanaan proyek-proyek sebelumnya yang terintegrasi pada estimasi biaya proyek. [6]

Manajemen risiko dilakukan melalui tahapan proses perencanaan manajemen risiko, identifikasi risiko, analisis, perencanaan dalam menanggapi risiko, melaksanakan perencanaan tersebut, melakukan pemantauan dan evaluasi terhadap pelaksanaannya. [7] Rencana manajemen risiko harus didokumentasikan untuk memastikan semua risiko telah diidentifikasi sebelum proyek dilaksanakan yaitu pada fase perencanaan. [5]

Sasaran dari Manajemen risiko proyek adalah meningkatkan probabilitas dan/atau dampak risiko positif serta mengurangi kemungkinan dan/atau dampak risiko negatif,

guna mengoptimalkan peluang keberhasilan proyek.

Dalam proyek, risiko identik dengan ketidakpastian. ISO, PMI dan AACE sepakat bahwa apapun (ancaman atau peluang) yang dapat menyebabkan hasil proyek berbeda dari rencana dianggap sebagai risiko seperti dikutip oleh Hollmann. [8]

Menurut PMBOK [7] risiko adalah kejadian yang tidak pasti, jika terjadi dapat mempunyai dampak negatif atau positif terhadap hasil akhir dan sasaran proyek. Untuk mengetahui risiko yang ada dalam suatu proyek harus dilakukan identifikasi risiko. Setelah semua risiko diidentifikasi dapat dilakukan analisis risiko untuk menentukan tingkatan risiko dalam menentukan prioritas penanganan. Kelompok tingkatan risiko dapat dibagi menjadi; low risk, medium risk, dan high risk. Penentuan tingkatan risiko berdasarkan kriteria kemungkinan terjadinya kejadian tersebut (*likelihood*), kekerapan kejadian (*frequency*) dan dampak dari kejadian tersebut (*consequences*).

Identifikasi risiko adalah suatu proses yang harus dilakukan secara berulang selama proyek berlangsung. Proyek konstruksi berkembang berturut-turut melalui fase proyek. Risiko yang sebelumnya teridentifikasi dapat berubah dan risiko baru dapat muncul sepanjang siklus proyek. [9]

Ada banyak rumusan untuk menganalisis dan mengukur risiko tetapi yang banyak diterima secara luas adalah dengan mengetahui kemungkinan terjadinya dan dampak dari konsekuensi kemungkinan tersebut. Sehingga tingkatan risiko dapat diketahui berdasarkan kemungkinan terjadinya dikalikan dengan dampak risiko. [5]

Risiko dapat diklasifikasikan menurut beberapa pendekatan, yang paling umum digunakan adalah sistem klasifikasi seperti berikut:

- Sumber, dari dalam atau luar organisasi
- Tipe proyek, apakah lokal atau proyek internasional
- Pihak yang bertanggungjawab untuk mengelola risiko
- Mengikuti *work breakdown structure*
- Berdasarkan sumber risiko, dan
- Berdasarkan siklus proyek atau fase proyek

Mubin dan Mubin [10] menyampaikan bahwa tindakan umum yang dilakukan oleh organisasi atau pihak yang berpartisipasi dalam proses konstruksi pipa gas dapat mengadopsi satu atau kombinasi dari tindakan dibawah ini,

tergantung pada jenis proyek, lokasi dan keadaan, yaitu:

- Pengalihan risiko (asuransi, kontrak)
- *Contingency budget*
- Mitigasi risiko (penyelesaian masalah dan *root cause analysis*)
- Menghindari risiko (*risk avoidance*)

Dalam PMBOK, [7] biaya *contingency* adalah anggaran yang dialokasikan untuk risiko yang teridentifikasi. Pada praktiknya biaya *contingency* sering dipandang sebagai bagian dari anggaran untuk mengatasi hal-hal yang tidak diketahui yang dapat mempengaruhi proyek. *Contingency* dapat berupa persentase dari perkiraan biaya, angka tetap, atau dapat dikembangkan dengan menggunakan metode analisis kuantitatif.

Besaran *contingency cost* harus dihitung dengan baik karena *contingency cost* yang terlalu besar membuat perhitungan menjadi terlalu pesimis dan dapat menyebabkan *overestimation*, harga yang ditawarkan menjadi tidak kompetitif tetapi sebaliknya apabila *contingency cost* terlalu kecil karena perhitungan yang terlalu optimis maka bisa terjadi *cost overrun* yang berujung pada kerugian kontraktor.

Gunita [11] dalam penelitiannya mengidentifikasi 21 kejadian risiko pada proyek pengembangan “X” tahap EPC PT Pertamina EP, dimana 14 kejadian mempunyai risiko yang berkaitan dan diidentifikasi akan menghambat laju proyek EPC dari segi waktu dimana peluang terjadinya keterlambatan sebesar 9% dan dapat memperbesar biaya proyek dengan peluang sebesar 11% serta ketidaksesuaian pada spesifikasi dengan peluang sebesar 17%.

S. Mubin dan A. Mannan [5] mengatakan bahwa simulasi dan perencanaan berbasis risiko, penjadwalan, estimasi dan pengendalian proyek EPC direkomendasikan untuk mengetahui durasi dan biaya proyek untuk menghindari penundaan penyelesaian pekerjaan dan pembengkakan biaya dalam proyek EPC. Hal ini disimpulkan dari penelitian yang dilakukan pada proyek EPC di Pakistan dimana terdapat 162 risiko pada 7 (tujuh) kategori, dimana risiko yang paling banyak terdapat pada kategori pengadaan diikuti oleh manajemen proyek dan keuangan & audit.

Adi dan Yunwanti [6] menyimpulkan berdasarkan penelitiannya pada proyek EPC, apabila diambil lima risiko tertinggi pada masing-masing tahapan maka pada tahapan *engineering* lima risiko tertinggi terjadi pada

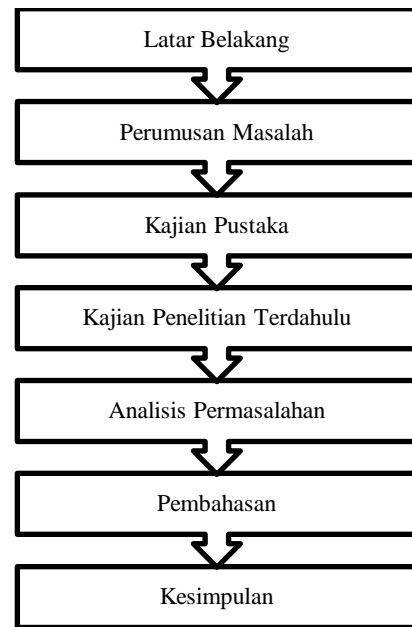
persetujuan gambar disain, kondisi *unforeseen*, waktu pelaksanaan yang ketat, kompetensi sumber daya manusia dan ketidaksesuaian pada spesifikasi material. Pada tahapan *procurement* adalah perubahan gambar disain, pengiriman material, kontrak kerja yang kurang jelas, harga satuan material tidak akurat dan pemilihan *vendor/supplier*, sedangkan dalam tahapan konstruksi risiko tertinggi yaitu pemilihan metode kerja, keterlambatan penyelesaian proyek, kompetensi sumber daya manusia, pembiayaan proyek dan kondisi cuaca.

Permasalahan yang akan diangkat pada penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana karakter dari proyek EPC *pipeline*? Apa saja factor dan variable risiko *contingency cost* dalam pengerjaan proyek EPC *pipeline*? Bagaimana hasil analisis faktor dan variabel risiko *contingency cost* terhadap berbagai hasil penelitian yang relevan yang dikaji dalam penelitian ini?

Untuk menjawab permasalahan diatas, kajian akan dilakukan pada penelitian relevan terdahulu yang meneliti tentang faktor-faktor risiko pada pelaksanaan proyek konstruksi EPC *pipeline*.

## METODOLOGI

Untuk menjawab permasalahan penelitian akan dilakukan kajian pustaka pada buku-buku bacaan, literatur-literatur, artikel juga catatan untuk dapat menggambarkan karakter proyek EPC *pipeline*, mendapatkan faktor dan variabel risiko dalam mengerjakan proyek EPC *pipeline* untuk kemudian dilakukan analisis faktor dan variable risiko *contingency cost* terhadap faktor dan variabel risiko yang didapat dari kajian pustaka.



Gambar 1. Metodologi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berabad-abad yang lalu, jaringan pipa pertama kali mengalirkan air ke desa dan tempat tinggal. Sejarah jaringan pipa minyak dan gas dimulai saat sumur minyak komersial pertama di bor di Pennsylvania tahun 1859. *Pipeline* pertama diletakkan di Pennsylvania tahun 1879 dengan panjang 109 *mill*, pipa dengan diameter 6-*inch* dipasang dari Bradford sampai ke Allentown. *Pipeline* dibangun menggunakan pipa berulir yang disekrupkan oleh para pekerja dengan penjepit besar. Pada tahun 1920an konstruksi *pipeline* mulai mengenal sistem pengelasan untuk penyambungan pipa yang masih digunakan hingga saat ini. Dengan teknologi pengelasan maka dapat mengimbangi permintaan akan pemipaan baja baru, peningkatan diameter dan panjang pipa, serta dapat menjawab tantangan pemasangan di lingkungan lepas pantai dan kutub. [12]

Setiap tahun ribuan kilometer *pipeline* dipasang di seluruh dunia termasuk di Indonesia. Pemasangan dilakukan di darat dan lepas pantai. Pemasangan pipa di darat dan di lepas pantai mempunyai banyak persamaan. Perbedaan utama pada desain adalah pada tegangan instalasi. Faktor lingkungan juga lebih signifikan pada pemasangan *pipeline* di lepas pantai. Kunci dari instalasi *pipeline* adalah pada proses inspeksi. Inspeksi hasil pengelasan yang umum digunakan adalah dengan radiografi atau X-ray. [12]

Sebagian besar *pipeline* berada dalam mode non-ekspansi, sehingga dalam tahapan *engineering*, efisiensi sistem termasuk

kompresor atau stasiun pompa perlu diperhatikan selain pertimbangan jenis dan karakteristik pipa. [13]

Pada proses pembangunan pipa gas dengan kontrak EPC, pekerjaan dimulai pada tahapan *engineering*, yaitu mendesain pembangunan pipa gas dengan melakukan survey awal, kalkulasi dan analisa sehingga nantinya didapat keluaran berupa *detail engineering design* dan *shop drawing* serta prosedur kerja yang harus disetujui oleh pemberi kerja atau *owner*. [14] Pada tahapan *procurement* atau pengadaan, kontraktor akan menyiapkan pengadaan barang/jasa yang dibutuhkan proyek. Dalam kegiatannya pengadaan material atau jasa merupakan bagian yang paling besar menggunakan biaya proyek yaitu sekitar 70 % - 80 % dari total biaya proyek. *Engineering* akan membuat daftar kebutuhan material yang harus dipenuhi dalam proyek, bagian *procurement* akan meminta penawaran serta melakukan negosiasi terhadap harga dan jadwal pengiriman kepada pemasok atas material yang dibutuhkan. Pada tahapan konstruksi, eksekusi pekerjaan akan dilakukan berdasarkan gambar kerja dan prosedur konstruksi yang telah dibuat dalam tahapan *engineering*. Tim konstruksi akan merencanakan jumlah dan waktu kebutuhan untuk pengadaan alat bantu, alat kerja, material, dan *manpower* yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan konstruksi sesuai jadwal kerja.

Pekerjaan konstruksi *pipeline* memiliki beberapa tahapan besar, diantaranya:

1. Membersihkan *right of way* sesuai kebutuhan jalur [12] atau *site clearing* dan *grading* [14]
2. *Pipe hauling* dan *stringing* [14] dimana pipa diletakkan paralel dengan as jalur pipa yang sudah diberikan patok oleh tim survei
3. *Pipe bending*, [14] proses *bending* dilakukan pada pipa agar pipa dapat dipasang sesuai kontur daerah yang dilalui
4. *Line-up and Welding* [14] atau merangkai sambungan pipa di sepanjang sisi jalan [12] dimana proses pengelasan dilakukan untuk menyambung pipa
5. *Non-Destructive Test* (NDT) [14] pengecekan terhadap sambungan pipa yang dilakukan tanpa merusak pipa untuk mengetahui apakah terdapat cacat pada saat pengelasan. Pengetesan dilakukan dengan menggunakan sinar X ataupun sinar Gamma
6. *Field Joint Coating* [14] yaitu dengan memberikan pelapis dan pembungkus ke bagian luar pipa [12]
7. *Trenching* [14] atau *Ditching* [12] yaitu penggalian lubang untuk meletakkan pipa yang akan ditanam di bawah tanah.
8. *Pipe lowering* [14] atau menurunkan pipa ke lubang [12] dapat dilakukan secara manual dengan alat sederhana yaitu gawangan yang dirangkai dengan *chain block/chain hoist* atau menggunakan alat berat seperti *excavator* ataupun *pipe layer/side boom*. Proses penurunan pipa ke galian juga dapat dilakukan dengan metode *pushpull* dimana pipa akan didorong masuk ke galian yang terisi air menggunakan alat berat dengan *roller* sebagai penyangga atau bantalan pipa. Setelah pipa masuk ke dalam air, *swambuggy excavator* akan menarik pipa. Pipa akan dibuat mengapung dengan mengikatkan drum kosong pada pipa. Air pada galian kemudian akan dikeringkan setelah semua pipa diturunkan
9. *Cathodic Protection Installation* [14] yaitu pemberian perlindungan untuk mengurangi korosi pada permukaan pipa dengan membuat permukaan katoda sel elektrokimia [15]
10. *Backfilling* [14] atau mengisi kembali galian dengan material asal atau dengan material lain sesuai dengan persyaratan dan kebutuhan
11. *Tie-in*. Proses *tie-in* dilakukan apabila terdapat *obstacle* atau kondisi seperti *crossing* yang melibatkan metode *boring* atau *horizontal drilling* atau terdapat lahan yang belum bisa dilewati dimana tidak bisa dilakukan penyambungan rangkaian menerus. Pada saat proses *tie-in*, penyambungan akan dilakukan di dalam galian karenanya dinding galian harus diberi perkuatan sementara atau dibuat dengan sistem *slope* [14]
12. *Cleaning*, setelah proses penyambungan pipa selesai pada lubang pipa mengandung kotoran, karat dan *millscale*. Pembersihan pipa adalah normal dilakukan untuk mencegah kontaminasi pipa [15]
13. *Hydrotest* dilakukan untuk mendemonstrasikan kekuatan dan integritas pipa, dimana pipa diisi dengan air dan diuji dengan memberikan tekanan [15]

Karakter proyek konstruksi EPC *pipeline* ditandai dengan kompleksitas yang tinggi dalam pelaksanaannya. [16] Semakin

besar proyek tersebut maka kompleksitas pun semakin tinggi.

Ishii N, Takano Y dan Muraki M., seperti dikutip oleh Micheli dan Cagno [17] mengatakan bahwa dalam berbagai tipologi proyek, tipe proyek EPC sudah diakui secara luas di bidang teknik sipil, teknik pabrik, dan sebagainya, terutama karena meningkatnya persyaratan dari klien dalam hal pengurangan biaya proyek dan permintaan jadwal yang lebih singkat.

Selama eksekusi proyek, berdasarkan pengalaman di bidang EPC, penyimpangan yang cukup besar dapat terjadi antara kinerja nyata dan yang direncanakan. Sifat penyimpangan ini sangat bervariasi, bisa berasal dari penyebab eksternal yang di luar kendali perusahaan dan juga penyebab internal terkait dengan proses bisnis EPC.

Dalam proses pengadaan yang juga dipengaruhi oleh faktor eksternal memiliki dampak terbesar pada proyek. Pembelian material dapat mencapai 80% dari total nilai proyek dan lebih dari 45% untuk pengadaan material yang kritis. [17]

Untuk memudahkan identifikasi risiko, cara yang umum digunakan adalah dengan membuat struktur kategori risiko yang dikenal dengan istilah *risk breakdown structure* (RBS). RBS membantu tim proyek untuk melihat potensi sumber risiko secara keseluruhan. RBS dapat dibuat khusus untuk suatu proyek atau dibuat untuk dapat digunakan untuk seluruh proyek yang akan dikerjakan. Selain menggunakan RBS, organisasi dapat menggunakan kerangka kategori risiko berdasarkan daftar kategori sederhana atau berdasarkan obyektif proyek. [4]

Manajemen risiko proyek di dunia konstruksi berurusan dengan kemungkinan terjadinya peristiwa positif dan negatif yang berasal diantaranya dari proses desain sampai proses konstruksi. [9] Berikut adalah hasil penelitian yang dilakukan dalam kurun waktu duapuluh tahun yang memaparkan faktor dan variabel risiko pada pengerjaan proyek EPC *pipeline*. Faktor risiko dikategorikan menjadi risiko teknis, risiko manajemen, risiko komersial dan risiko eksternal.

Tabel 1. Faktor dan variabel risiko proyek EPC pipeline

Faktor	Variabel	Sumber
Risiko Teknis	X1 Kesalahan menentukan ruang lingkup pekerjaan	[18]
	X2 Kondisi unforeseen	[6] [18]

Faktor	Variabel	Sumber
Risiko Mana jemen	menyebabkan perubahan disain	[19] [16] [20] [21]
	X3 Perubahan ruang lingkup pekerjaan	[10] [16]
	X4 Kesalahan disain dan/atau perencanaan	[10] [19] [21]
	X5 Disain tidak selesai tepat waktu	[10]
	X6 Waktu pelaksanaan terlalu ketat	[6]
	X7 Proses persetujuan gambar disain/material lama	[6]
	X8 Pemilihan metode kerja yang mempengaruhi harga	[6] [16]
	X9 Teknologi tidak memadai	[10]
	X10 Hasil pekerjaan tidak sesuai standar dan spesifikasi	[19]
	X11 Keterlambatan proses internal	[20] [21]
	X12 Kecelakaan kerja	[10] [19]
	Risiko Komer sial	X13 Sistem komunikasi kurang baik antar personil proyek
X14 Ketidaktersediaan sumber daya		[10] [19] [20]
X15 Kompetensi sumber daya manusia		[6]
X16 Kontrak kerja dengan <i>supplier</i> /subkontraktor kurang jelas		[6]
X17 Pelanggaran dalam hubungan kontraktual		[10] [20] [21]
X18 Pemilihan <i>supplier</i> /subkontraktor tidak tepat		[6] [16]
X19 Kesalahan estimasi dan perencanaan anggaran biaya		[6] [18] [10] [16]
X20 Kenaikan biaya material		[6] [10]
X21 Material rusak		[19]
X22 Keterlambatan pengiriman material/peralatan proyek		[19] [21]
X23 Denda keterlambatan proyek		[6] [10]
X24 Pembiayaan proyek tidak terencana dengan baik		[6] [10] [16]
X25 Kenaikan suku bunga		[18] [10]

Faktor	Variabel	Sumber
	X26 Terjadi inflasi	[18] [10] [16]
	X27 Kapabilitas klien/owner	[16]
	X28 Jadwal proyek dipercepat	[20]
Risiko Ekster nal	X29 Perubahan kebijakan, hukum dan peraturan	[18] [10] [16]
	X30 Keterlambatan persetujuan ijin dan lisensi	[18] [10] [16] [21]
	X31 Kondisi lokasi proyek yang tidak diketahui	[18] [10] [21]
	X32 Kondisi cuaca yang mempengaruhi produktifitas kerja	[6] [10] [19] [16] [21]
	X33 Pencemaran lingkungan akibat kegiatan proyek	[18] [10]
	X34 Akuisisi lahan	[16] [21]
	X35 Penemuan <i>artefacts</i> di lokasi proyek	[21]

Sumber: Dari berbagai sumber

Pada faktor dan variabel risiko yang dikumpulkan dari berbagai sumber literatur dikategorikan menggunakan *risk breakdown structure* terdapat 35 variabel dari empat (4) faktor risiko dimana pada risiko teknis terdapat dua belas (12) variabel, risiko manajemen terdapat tiga (3) variabel, risiko komersial terdapat tiga belas (13) variabel dan risiko eksternal terdapat tujuh (7) risiko eksternal.

Pada tahap *engineering*, perusahaan EPC harus mempunyai sumber daya manusia yang mempunyai kompetensi tinggi mengingat kompleksitas dari pekerjaan. Pada tahapan ini harus dibuat *design conceptual* mulai dari *basic engineering design* sampai *detail engineering design* yang matang. Apabila dalam konsep, perencanaan dan pelaksanaan terjadi kekeliruan, maka akan memakan waktu dan biaya yang besar. [22] Menurut Dey [16] dalam penelitiannya, risiko teknis adalah faktor utama terjadinya *time overrun* dan *cost overrun*. Dalam kategori risiko teknis – perubahan ruang lingkup, perubahan teknik dan desain, teknologi dan pemilihan metodologi merupakan penyebab utama kegagalan proyek. Proyek konstruksi *pipeline* sangat rentan terhadap perubahan ruang lingkup. Pemilihan teknologi dan metode kerja juga sangat vital terutama untuk pekerjaan *crossing*. Kesalahan dalam pemilihan teknologi dapat menyebabkan *time and cost overrun*.

Walaupun risiko yang terkait dengan masalah teknologi sudah tidak asing lagi bagi profesional di bidang desain/konstruksi yang memiliki tingkat kendali tertentu atas faktor risiko ini, tetapi karena kemajuan teknologi yang pesat dapat menjadi masalah baru bagi desainer dan kontraktor karena desain yang diasumsikan baik di masa lalu bisa menjadi *obsolete* di masa kini. Dibutuhkan kemajuan teknologi untuk mengatasi risiko ini. [10]

Pada risiko manajemen, risiko terkait dengan organisasi dan hubungan organisasi mungkin tampak tidak penting tetapi dapat dirasakan. Ketika terjadi masalah, diskusi sering berpusat pada tanggung jawab personil dalam organisasi dibandingkan fokus pada penyelesaian masalah. [10]

Pada risiko komersial, salah satu variabel risiko adalah kesalahan estimasi dan perencanaan anggaran biaya. Hal ini dapat terjadi karena permintaan penawaran dari *owner* biasanya menetapkan waktu atau tanggal penyerahan penawaran dengan durasi yang pendek, sehingga kontraktor tidak mempunyai kemampuan terkait keleluasaan waktu untuk memahami semua aspek yang diminta dalam persyaratan. [14]

Risiko eksternal berasal dari penyebab eksternal yang tidak bisa dikendalikan. Variabel risiko termasuk keterbatasan pada ketersediaan sumber daya, berbagai dampak lingkungan, undang-undang dan peraturan pemerintah, perubahan dalam lingkungan ekonomi dan politik yang dapat menimbulkan pembengkakan biaya dan waktu serta kualitas proyek yang menyebabkan kekecewaan manajemen *pipeline organization*. [16] Proses perijinan dan lisensi yang lambat dan tidak sesuai harapan dapat menimbulkan keterlambatan yang pada ujungnya berdampak pada biaya.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa karakter dari proyek konstruksi EPC *pipeline* adalah pelaksanaannya yang kompleks. Terdapat 4 faktor risiko dan 35 variabel risiko dalam pengerjaan proyek EPC *pipeline*. Diantara variabel risiko yang dikumpulkan terdapat beberapa variabel yang menjadi perhatian pada lebih dari 3 penelitian yaitu kondisi *unforeseen* yang menyebabkan perubahan disain, kondisi cuaca yang mempengaruhi produktifitas kerja, kesalahan estimasi dan perencanaan anggaran biaya, dan keterlambatan persetujuan ijin dan lisensi

**SARAN**

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat dilihat faktor dan variabel risiko *contingency cost* untuk proyek EPC *pipeline*.

Tim proyek terutama manajer proyek dan *estimator* dapat merujuk pada faktor dan variabel risiko pada penelitian ini sebagai referensi awal identifikasi risiko.

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menambahkan profil besaran atau presentase *contingency cost* pada tiap faktor risiko atau risiko proyek secara keseluruhan untuk mendapatkan besaran *contingency cost* yang akan dicadangkan pada pelaksanaan proyek EPC *pipeline*.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Puji dan syukur pada Tuhan Yang Maha Esa hingga akhirnya penulisan laporan penelitian dapat diselesaikan dengan baik. Dalam penyusunan laporan ini sejak awal sampai akhir penulisan banyak dukungan yang diberikan oleh berbagai pihak. Untuk itu ucapan terimakasih sudah selayaknya diberikan kepada:

1. Prof. Dr. Manlian Ronald A. Simanjuntak, S.T., M.T., D.Min., selaku Kaprodi Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan
2. Astrid Marisya Loppies, selaku staf administrasi Program Studi Magister Teknik Sipil atas segala informasi yang sangat membantu bagi penulis
3. Teman – teman Mahasiswa Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan
4. Keluarga yang selalu memberikan dukungan, perhatian, doa dan semangat sehingga penelitian ini dapat diselesaikan

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, "Laporan Tahunan Capaian Pembangunan 2018," Jakarta, 2019.
- [2] B. Migas, "BADAN PENGATUR HILIR MINYAK DAN GAS BUMI," BPH Migas, [Online]. Available: <https://www.bphmigas.go.id/panjang-pipa/>. [Accessed 11 Oktober 2020].
- [3] CNBC Indonesia, "CNBC Indonesia," 7 August 2020. [Online]. Available: <https://www.cnbcindonesia.com/news/20200807191918-4-178344/bph-migas-identifikasi-supply-demand-gas-bumi-di-kalimantan>. [Accessed 11 October 2020].
- [4] V. W. Widajatun, "Penerapan Manajemen Risiko Dalam Suatu (Studi Literatur)," *Jurnal Bisnis dan Manajemen*, vol. 14 No.2, no. ISSN 1693-8305, p. 65, 2015.
- [5] S. Mubin and A. Mannan, "Innovative Approach to Risk Analysis and Management of Oil and Gas Sector EPC Contracts from a Contractor's Perspective," *Journal of Business & Economics*, vol. 5, pp. 149-170, 2013.
- [6] T. J. W. Adi and S. Yunwanti, "Pemodelan Estimasi Biaya Kontingensi Berbasis Resiko Pada Proyek Engineering-Procurement-Construction," *Infrastruktur*, vol. 4, pp. 50-57, 2014.
- [7] Project Management Institute, A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) sixth edition, Pennsylvania: Project Management Institute, 2017.
- [8] J. K. Hollmann, "Improve Your Contingency Estimates For More Realistic Project Budgets," *Chemical Engineering*, 1 December 2014.
- [9] Project Management Institute, Construction Extension to the PMBOK Guide, Project Management Institute, Inc, 2016.
- [10] S. Mubin and G. Mubin, "Risk Analysis for Construction and Operation of Gas Pipeline Projects in Pakistan," *Pak. J. Engg. & Appl. Sci.*, vol. 2, 2008.
- [11] D. Gunita, "Implementasi Manajemen Risiko Pada Proyek Pengembangan "X" Tahap EPC PT Pertamina EP Dengan Pendekatan Bayesian Network," Surabaya, 2015.
- [12] J. L. Kennedy, Oil and Gas Pipeline Fundamental, Second ed., Tulsa, Oklahoma: PennWell Publishing Company, 1993.
- [13] Elsevier Inc., Pipeline Rules of Thumb Handbook: Quick and accurate solutions to your everyday pipeline problems, Seventh ed., E. W. McAllister, Ed., Burlington: Gulf Professional Publishing, 2009.
- [14] M. R. I. Lubis, "Perbaikan Proses Konstruksi Pembangunan Pipa Gas Dengan Penerapan Metode Lean Construction Untuk Mereduksi Waste," Sepuluh Nopember Institute of Technology, Surabaya, 2016.
- [15] Elsevier Inc., Pipeline Rules of Thumb

- Handbook: A Manual of Quick, Accurate Solution to Everyday Pipeline Engineering Problems, Eight ed., E. W. McAllister, Ed., Gulf Professional Publishing, 2014.
- [16] P. K. Dey, "Project Risk Management: A Combined Analytic Hierarchy Process and Decision Tree Approach," *Cost Engineering*, vol. 44, 3 March 2002.
- [17] G. J. Micheli and E. Cagno, "The role of procurement in performance deviation recovery in large EPC projects," *International Journal of Engineering Business Management*, vol. 8, pp. 1-17, 2016.
- [18] V. A. Siregar, "Faktor-Faktor Risiko Cost Overrun Pada Biaya Overhead Yang Berpengaruh Terhadap Kinerja Biaya Akhir Proyek Pembangunan Pipeline dan Stasiun Gas di PT X," Universitas Indonesia, Jakarta, 2011.
- [19] M. R. I. Lubis and B. Syairudin, "Perencanaan Proyek Konstruksi Pembangunan Pipa Gas Dengan Penerapan Metode Lean Construction Untuk Mereduksi Waste," in *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXV*, Surabaya, 2016.
- [20] J. Krisdianto and B. Santosa, "Analisa Risiko Proyek Pembangunan Pipa Gas Jumper PT. Petrokimia Gresik," *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XI*, 2010.
- [21] A. Orangi, E. Palaneeswaran and J. Wilson, "Exploring Delays in Victorian-Based Astralian Pipeline Projects," in *The Twelfth East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction*, 2011.
- [22] G. and K. K. D. Sungkono, "Analisis Resiko Tahap Engineering Design Pada Pembiayaan Pekerjaan Konstruksi Proyek EPC," *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, vol. 22, 2018.