

# Identifikasi Risiko Proyek EPC *Methyl Tin Factory Manufacture Plant* Di Batam

Agung Prabowo<sup>1</sup>, Andy Saiful Amal<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>PT. Teamworx Indonesia, Beltway Office Park-Building C, Ground Floor, Jl. TB. Simatupang No. 41, Cilandak, Jakarta Selatan, 12550.

<sup>2</sup> Program Profesi Insinyur, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas 246 Malang

Kontak Person:

Agung Prabowo

<sup>1</sup>PT. Teamworx Indonesia, Beltway Office Park-Building C, Ground Floor, Jl. TB. Simatupang No. 41, Cilandak, Jakarta Selatan, 12550.

E-mail: [agung.prabowo@teamworx.co.id](mailto:agung.prabowo@teamworx.co.id); [abungresiknew@gmail.com](mailto:abungresiknew@gmail.com)

## Abstrak

*Dalam upaya mendukung program pemerintah untuk hilirisasi sektor pertambangan, maka diperlukan pembuatan pabrik pengolahan bahan mentah tambang. Untuk mendukung Langkah tersebut diperlukan pembangunan proyek dengan system EPC Dimana engineering (perencanaan), procurement (pengadaan) dan construction (konstruksi) berjalan secara beriringan sehingga mengakibatkan beberapa risiko yang dihadapi oleh kontraktor EPC dan juga pemilik proyek karena kompleksitas dari proyek tersebut. Untuk mengidentifikasi risiko-risiko yang kompleks tersebut di gunakan metode AHP (Analithical Hierachy Proses). Dari Analisa data dengan menggunakan metode AHP di dapat bobot kriteria risiko utama ekonomi dan keuangan proyek dengan bobot tertinggi. Sementara untuk sub kriteria risiko diperoleh bobot tertinggi secara berurutan yaitu kondisi keuangan pemilik proyek, kondisi keuangan Kontraktor, keterlambatan penyelesaian kontrak, keterlambatan pekerjaan dan keselamatan kerja.*

**Kata kunci:** *Proyek EPC, risiko, keuangan, kontrak, keterlambatan.*

## 1. PENDAHULUAN

PT. Batam Timah Sinergi (BTS) adalah anak perusahaan dari PT. *Prima Dredge Team* yang membangun pabrik pengolahan DMT (*dimethyltin dichloride*), TTC (*tin tetra chloride*), dan MTM (*methyltin mercaptide*), yang berlokasi di Jalan Sei Binti, Kelurahan Sungai Lekop, Kecamatan Sagulung, Kota Batam, Provinsi Kepulauan Riau dengan luas lahan 60.000 meter persegi. Pabrik yang akan dibangun ini mempunyai kapasitas produksi 16.000 metrik ton per tahun dan dengan kapasitas produksi tersebut, PT. BTS menjadi produsen nomer dua setelah Tiongkok. Selanjutnya proyek tersebut di sebut dengan proye EPC *Methyl Tin Plant*. Kota batam dipilih menjadi lokasi pabrik tersebut dengan alasan Kota Batam merupakan kawasan perdagangan bebas (*free trade zone*), memiliki infrastruktur yang memadai (jalan, pelabuhan dan energi listrik), serta terdapat sumber daya manusia yang mendukung operational pabrik tersebut. PT. BTS merencanakan 90 persen produk yang di hasilkan oleh pabrik tersebut akan di ekspor dan PT. BTS mendukung penuh program pemerintah melalui hilirisasi hasil pertambangan. Pabrik ini nantinya juga menambah devisa negara melalui ekspor dan membuka lapangan pekerjaan sehingga meningkatkan perekonomian warga Batam khususnya dan warga Indonesia pada umumnya. Untuk mewujudkan keperluan tersebut PT. BTS menunjuk konsorsium *Cina Construction First Group* (CCFG) dan ZJNF 1 sebagai kontraktor EPC (*Engineering, Procurement, and Construction*) untuk melaksanakan pekerjaan tersebut.

Sesuai dengan teori manajemen risiko, teridentifikasi bahwa risiko utama dalam proyek pembangkit listrik tenaga air mencakup resiko faktor internal, risiko faktor lingkungan, dan risiko kontrak [1]. Pada penelitian terdahulu terdapat beberapa risiko yang timbul dari proyek EPC untuk transmisi pembangkit listrik antara lain risiko kualitas desain, risiko kualitas pengadaan, risiko kualitas konstruksi, dan risiko management [2]. Ke dan Xu mengklasifikasikan dan menganalisa risiko kontrak proyek EPC ke dalam 2 tahapan utama yaitu tahap perumusan kontrak dan tahap pelaksanaan kontrak [3]. Pada tahapan perumusan kontrak, risiko yang dihadapi kontraktor dan dampaknya terhadap berbagai tahapan harga kontrak diidentifikasi dan dianalisis. Selain itu, langkah-langkah respons risiko dan kebijakan pengendalian harga kontrak diusulkan untuk setiap tahap. Selama tahap ini, kontraktor dapat fokus pada riset pasar dan kunjungan lapangan untuk menetapkan persyaratan kontrak yang masuk akal. Struktur pembayaran yang tersegmentasi, audit harga kontrak yang wajar, dan strategi lain direkomendasikan untuk memitigasi risiko. Proses perumusan kontrak dibagi menjadi beberapa tahapan, meliputi

pengendalian harga penawaran, negosiasi kontrak, dan kebijakan pengendalian harga kontrak khusus yang disesuaikan dengan setiap tahapan. Pada tahap pelaksanaan kontrak, kontraktor mengatasi risiko yang terkait dengan desain, organisasi dan manajemen konstruksi, serta manajemen pengadaan. Strategi mitigasi risiko mencakup pembuatan desain yang rinci dan cermat, persiapan menyeluruh sebelum proyek dimulai, memberikan saran tepat waktu, dan menjaga komunikasi aktif dengan pemilik. Mematuhi rencana persetujuan bertahap memastikan desain dan gambar berkualitas tinggi dan tepat waktu. Personil terampil yang memahami persyaratan kontrak dan memiliki keterampilan bahasa dan manajemen yang kuat sangat penting untuk mengelola kontrak secara efektif dan memitigasi risiko.

*Bing et all* dalam penelitiannya membagi risiko-risiko proyek EPC kedalam 3 kelompok besar yang antara lain adalah: faktor-faktor risiko dari dalam proyek, faktor-faktor risiko khusus proyek, dan faktor-faktor risiko dari luar proyek [4]. Adapun risiko-risiko dari dalam proyek antara lain adalah perbedaan pendapat mengenai laba rugi, pembukuan, alokasi anggaran, sengketa alih teknologi, kebijakan dari induk perusahaan, dan ketidakpercayaan anggota konsorsium. Faktor-faktor risiko khusus proyek antara lain adalah hubungan dengan klien, komunikasi antar anggota konsorsium, subkontraktor dan pemasok, dan risiko kontrak. Selanjutnya untuk faktor-faktor risiko dari luar proyek antara lain adalah risiko politik, risiko ekonomi, risiko lingkungan dan risiko ekonomi. Dalam tahap konstruksi terdapat pula risiko-risiko yang harus di pertimbangkan selain tahapan kontrak diatas. Pada penelitian lainnya untuk risiko-risiko kontrak dalam proyek EPC antara lain adalah masalah pembayaran, kondisi yang tidak diketahui, tidak lengkapan desain, keadaan memaksa (*force majeure*), penghentian sementara (*suspending*), klaim, pengakhiran contract (termination of agreement), dan pengujian (*test*) [5]. Pada fase konstruksi terdapat risiko-risiko yang terjadi pada fase konstruksi di proyek EPC antara lain adalah kurang terampilnya para engineer (teknisi), adanya kesalahan dalam fase perencanaan (*design*) dan buruknya manajemen proyek. Hal-hal tersebut disebabkan oleh kurangnya pengalaman, kurangnya *control* (pengawasan) dan *human error*. Untuk mengatasi hal-hal tersebut perlu dilakukan *training* (pelatihan) bagi para *engineer* [6].

Selain risiko di atas terdapat pula berbagai risiko yang mempengaruhi keterlambatan dan pembengkakan biaya dalam proyek pembangunan jalan diidentifikasi sebagai faktor yang berhubungan dengan risiko tenaga kerja (*human*), risiko yang berhubungan dengan uang (*money*), risiko yang berhubungan dengan mesin (*equipment*), risiko yang berhubungan dengan material (*material*), risiko yang berhubungan dengan lingkungan (*enviroment*), dan risiko yang berhubungan dengan metode kerja (*work method*) [7]. Pada penelitian lainnya di sampaikan penyebab utama risiko dalam proyek konstruksi EPC di Irak diidentifikasi dan dikategorikan ke dalam kelompok yang masing-masing mewakili risiko yang signifikan. Kelompok risiko ini juga mencakup penyebab-penyebab sekunder yang berkontribusi terhadap risiko-risiko besar, sehingga memerlukan pemantauan dan pengelolaan yang lebih ketat. Dengan analisis Pareto terungkap 75,76% penyebab utama terkait dengan masalah kontrak, masalah desain dan pelaksanaan, kinerja subkontraktor, system yang tidak, dan risiko yang terkait dengan penggunaan peralatan. Sementara itu, penyebab yang kurang signifikan ditemukan pada kategori yang berkaitan dengan tenaga kerja, material, dan staf di lokasi [8].

Dalam penelitian lainnya terdapat 3 (tiga) risiko kritis dari total 116 risiko yang ditemukan dari 22 tahapan proses implementasi *e-procurement* pada proyek EPC [9]. Penelitian tersebut dilakukan dalam proses *brainstorming* melalui *focus group discussion (FGD)*, narasumber mengidentifikasi kejadian dengan probabilitas tertinggi untuk setiap risiko kritis di peroleh risiko utama adalah keterlambatan implementasi *e-procurement* akibat keterlambatan permintaan material dari tim engineering pada tahap pembuatan paket pekerjaan. Selain itu, risiko kritis lainnya meliputi ketidaklengkapan dokumen pada saat pembuatan paket pekerjaan dan perlunya penyampaian perubahan anggaran saat membuat daftar permintaan pembelian. Selanjutnya risiko keterlambatan pembayaran terhadap *vendor* atau *supplier*. Pada proyek EPC Tangki Timbun dan *Submarine Pipeline* TBBM Tanjung Batu di kota Balikpapan diperoleh informasi bahwa risiko utama yang diperoleh adalah risiko finansial (keuangan) dengan sub risiko keterlambatan pembayaran, kenaikan biaya yang tidak sesuai dengan rencana awal, kenaikan harga material dan kenaikan upah pekerja [10].

Dari banyaknya risiko-risiko yang dikemukakan di atas, maka peneliti menggunakan metode AHP untuk pengolahan data dalam proses identifikasi risiko-risiko yang timbul pada proyek EPC Methyl Tin

Batam. AHP digunakan karena kemampuannya menangani kriteria multidimensi, melakukan penilaian secara objektif, mengatasi potensi inkonsistensi, serta fleksibilitasnya dalam berbagai situasi. Struktur hierarki AHP terdiri atas tiga tingkat: tujuan, kriteria, dan alternatif. Penilaian berpasangan dilakukan untuk menghitung bobot masing-masing kriteria resiko, sehingga menghasilkan prioritas yang lebih akurat. Sistem pendukung keputusan yang dikembangkan diuji untuk mengevaluasi keakuratan dan efisiensinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa AHP efektif dalam membantu para pengambil keputusan untuk membuat keputusan yang lebih objektif, terarah, dan tepat dalam memilih factor-faktor resiko yang mempengaruhi proyek EPC tersebut [11]. Untuk mengurangi dampak risiko tersebut, pemilihan tim proyek yang berpengalaman menjadi sangat penting. Selain itu, keterlibatan aktif pemilik proyek juga merupakan faktor kunci untuk memastikan pemahaman yang jelas tentang tujuan dan harapan proyek. Dengan langkah-langkah ini, risiko dapat dikelola dengan lebih baik, sehingga pelaksanaan proyek dapat berjalan lancar dan mencapai hasil yang diharapkan [12].

Untuk memecahkan masalah identifikasi risiko-risiko pada proyek EPC *Methyl Tin* Batam diperlukan metode yang bisa memecahkan masalah pemilihan risiko secara komprehensif dan menyeluruh. Dengan banyaknya kriteria risiko di atas maka masalah tersebut tergolong dalam multikriteria dan metode yang dipilih untuk menyelesaikan masalah tersebut yaitu dengan menggunakan pendekatan kuantitatif yang berfokus pada pengembangan sistem pendukung Keputusan berbasis metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) [13]. Metodologi penelitian meliputi beberapa tahapan kunci. Pertama, identifikasi dan penentuan kriteria serta subkriteria yang relevan dengan mitigasi risiko proyek EPC. Kedua, pembobotan kriteria menggunakan perbandingan berpasangan. Ketiga, perhitungan konsistensi untuk memastikan validitas penilaian. Terakhir, penyusunan hierarki keputusan yang mengintegrasikan semua elemen analisis. Hasil analisis AHP kemudian diintegrasikan ke dalam sistem yang dirancang khusus untuk mendukung Sistem Pendukung Keputusan (SPK) atau *Decision Support System* (DSS) dalam identifikasi risiko-risiko proyek EPC *Methyl Tin Batam*. Sistem pendukung keputusan ini merupakan sistem informasi yang dirancang secara fleksibel, interaktif, dan adaptif untuk mendukung pengambilan keputusan. Sistem ini membantu menyediakan informasi, model, dan manipulasi data yang memungkinkan pengguna menghasilkan berbagai alternatif keputusan dalam menangani masalah semi-terstruktur atau situasi tidak terstruktur, di mana tidak ada metode pasti untuk menentukan keputusan yang optimal. Dengan pendekatan ini, diharapkan pengguna dapat memilih produk secara lebih tepat dan rasional, menghasilkan keputusan yang optimal sesuai dengan kebutuhan dan preferensi yang ada. Pada saat ini penggunaan metode AHP sudah meluas dalam segala bidang, termasuk dalam hal penentuan risiko-risiko utama dan sub risiko proyek EPC. Metode AHP juga digunakan untuk menentukan bobot kriteria dan subkriteria pada pemilihan pemasok barang [11], pemilihan perusahaan jasa interior [14], pemilihan risiko pada proyek yang kompleks [12], pemilihan produk asuransi dan lain sebagainya [15].

## 2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini sangat penting untuk menentukan metode yang digunakan supaya mempermudah dalam proses penelitian dan menemukan solusi untuk permasalahan-permasalahan dalam identifikasi risiko proyek EPC *Methyl Tin* Batam. Dalam penelitian ini digunakan metode deskriptif, yang menggabungkan pendekatan kualitatif yang kemudian dikuantitatifkan, yaitu data non-angka yang diubah menjadi angka, untuk memberikan deskripsi yang akurat dan sistematis mengenai kondisi dan hubungan yang ada antara elemen-elemen yang diteliti. Penelitian ini juga berlandaskan pada data penunjang yang ada, serta merujuk pada penelitian-penelitian serupa yang telah dilakukan sebelumnya. Permasalahan yang dibahas sesuai dengan ruang lingkup penelitian diperoleh melalui wawancara dan observasi di lapangan, untuk mengumpulkan pendapat dan opini dari responden serta para ahli (*expert*) di bidang ini. Tahap pertama yaitu menentukan kriteria-kriteria risiko yang akan di analisa dalam penelitian ini. Pada tahap ini, peneliti menggunakan data-data kriteria risiko yang di dapat pada laporan penilaian resiko di proyek EPC-5 Banyu Urip di Bojonegoro. Sebagai data awal dalam identifikasi risiko-risiko proyek konstruksi EPC didasarkan pada laporan identifikasi risiko pada proyek EPC 5 Banyu Urip Project-Exxon Mobil di Bojonegoro yang sesuai dengan tabel 1. di bawah ini [16]:

Tabel 1. Identifikasi Risiko Proyek EPC

Risiko Utama	Sub Risiko
<b>A. Risiko dari luar proyek</b>	A.1. Akses ke lokasi proyek. A.2. Pengendalian lingkungan. A.3. Kondisi lokasi yang tak terduga. A.4. Cuaca. A.5. Kejadian bencana alam. A.6. Peperangan. A.7. Gangguan umum. A.8. Tindakan kriminal. A.9. Dampak lingkungan. A.10. Perijinan dan tata cara. A.11. Regulasi pemerintah.
<b>B. Risiko ekonomi dan keuangan proyek</b>	B.1. Kondisi keuangan pemilik proyek. B.2. Kondisi keunagna kontraktor. B.3. Inflasi. B.4. Krisis ekonomi. B.5. Keterlambatan pembayaran. B.6. Suku bunga. B.7. Pasukan modal. B.8. Arus kas. B.9. Perpajakan. B.10. Kontrol biaya. B.11. Nilai tukar mata uang.
<b>C. Risiko kontraktual dan teknis</b>	C.1 Perbedaan volume pekerjaan. C.2 Cacat design. C.3 Standar dokumen kontrak. C.4 Persyaratan dan kode desain. C.5 Perselisihan dalam kontrak. C.6 Biaya proses hukum. C.7 Keterlambatan penyelesaian kontrak. C.8 Keterlambatan penyelesaian sengketa. C.9 Ketidak pastian hukum. C.10 Kegagalan sub kontraktor C.11 Ijin dan peraturan kerja. C.12 Definisi lingkup kerja. C.13 Kecelakaan kerja. C.14 Standar material alam.
<b>D. Risiko Managerial</b>	D.1 Cacat pekerjaan konstruksi. D.2 Keselamatan dilokasi proyek. D.3 Serikat pekerja. D.4 Kesalahan dan kelalaian kerja. D.5 Negosiasi dan evaluasi perubahan pekerjaan. D.6 Kompetensi kontraktor. D.7 Kualitas pekerjaan. D.8 Metode kerja. D.9 Keterlambatan pekerjaan D.10 Tenaga kerja yang tidak kompeten. D.11 Ketersediaan peralatan. D.12 Ketersediaan bahan bakar. D.13 Ketersediaan tenaga kerja. D.14 Kualitas material dan equipment.

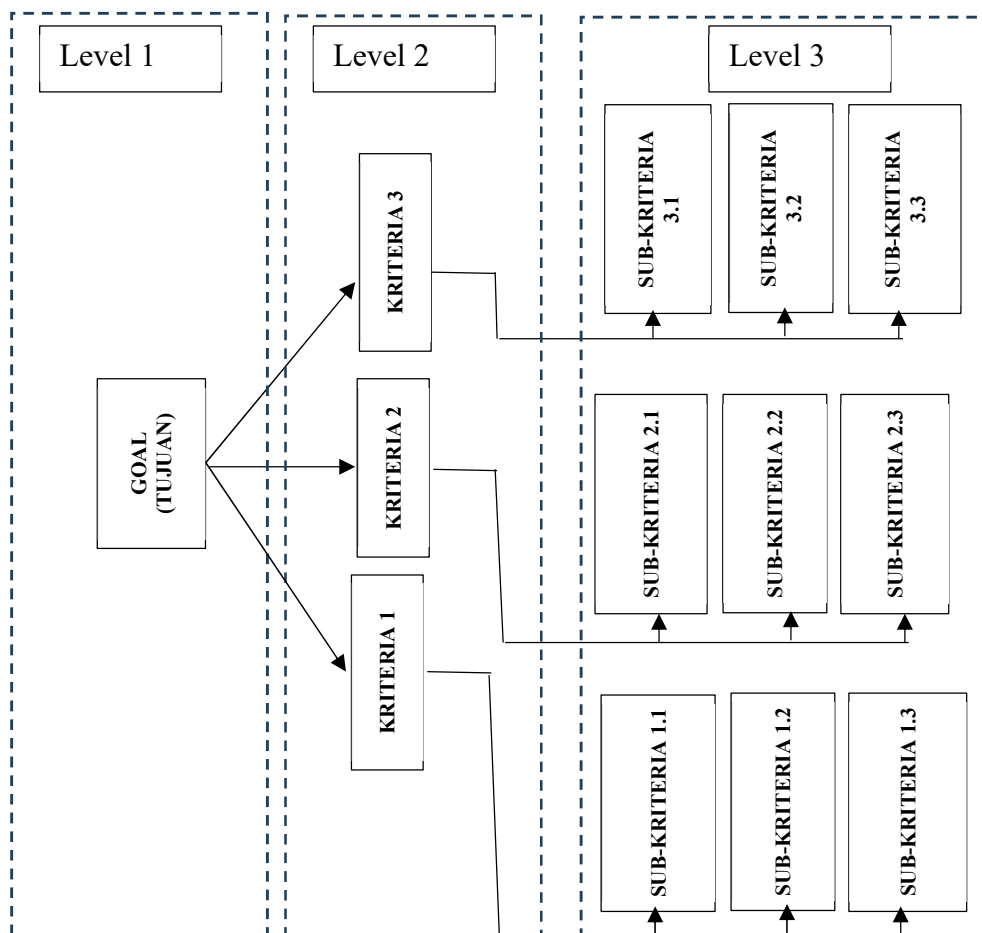
Selanjutnya dari sub kriteria tersebut di atas digunakan untuk bahan kuesioner yang meliputi kriteria risiko utama dan sub kriteria risiko. Kuesioner tersebut didistribusikan kepada responden untuk mengumpulkan data, adapun responden yang menerima kuesioner tersebut adalah dari tiga pihak yaitu *Owner* (PT. BTS), kontraktor (CCFG & ZJNF 1) dan konsultan pengawas (PT. *Teamworx* Indonesia). Setelah pengumpulan data kuesioner kemudian dilakukan pengolahan data-data sub kriteria tersebut diurutkan berdasarkan pendapat kuesioner dan diambil 5 sub kriteria teratas untuk masing-masing kriteria risiko utama. Selanjutnya data-data tersebut diolah menggunakan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) untuk menghasilkan skala prioritas atau penilaian terhadap kriteria, sub-kriteria, dan tingkat risiko yang diteliti. Hubungan antar variabel dijelaskan sebagai berikut:

a. **Mendeskripsikan resiko yang dominan**

Menentukan risiko dominan secara jelas, terperinci, dan mudah dipahami. Setelah risiko dominan diidentifikasi, langkah berikutnya adalah menyajikan tingkatan risiko dominan secara tepat untuk mempermudah analisis.

b. **Menyusun struktur hierarki dari hasil kuesioner.**

Hierarki disusun dengan tujuan utama sebagai langkah awal, diikuti oleh kriteria yang relevan untuk menilai alternatif solusi. Setiap kriteria memiliki tingkat intensitas yang berbeda. Selanjutnya, sub-kriteria dirancang di bawah masing-masing kriteria, dan alternatif solusi ditempatkan pada tingkat hierarki paling bawah.



Gambar 1. Hierarki Kriteria AHP

**c. Melakukan perhitungan matriks perbandingan berpasangan.**

Perhitungan matriks ini dilakukan untuk membandingkan kriteria, sub-kriteria, dan tingkat risiko dominan. Matriks disusun berdasarkan jawaban responden dan dihitung sesuai jumlah responden.

**d. Melakukan perhitungan nilai bobot prioritas.**

Bobot prioritas dihitung untuk menentukan prioritas dari kriteria, sub-kriteria, dan tingkat risiko dominan. Perhitungan dilakukan secara bersamaan dengan menggunakan data hasil jawaban responden.

Tabel 2. Skala Perbandingan AHP (Saaty's)

Intensitas Kepentingan	Definisi
1	Nilai di antara kriteria/elemen/alternatif sama pentingnya ( <i>equal</i> )
3	Elemen A sedikit lebih penting dari elemen B ( <i>moderat</i> )
5	Elemen A lebih penting dari elemen B ( <i>strong</i> )
7	Elemen A paling penting dari elemen B ( <i>more strong</i> )
9	Elemen A sangat penting dari elemen B ( <i>very strong</i> )
2,4,6,8,10	Nilai antara di antara nilai yang berdekatan

**e. Melakukan perhitungan Consistency Index (CI).**

Nilai Consistency Ratio (CR) harus <10%. Jika nilai CR ≤10%, data dan perhitungan dianggap konsisten. Jika nilai CR ≥10%, perhitungan perlu dievaluasi ulang atau kuesioner didistribusikan kembali kepada responden.

Tabel 3. Tabel Nilai Random Indeks (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

**f. Melakukan perhitungan prioritas umum.**

Bobot prioritas dari setiap kriteria, sub-kriteria, dan tingkat risiko dominan dikalikan secara berkesinambungan dalam struktur hierarki untuk menghasilkan nilai prioritas umum.

**g. Menentukan kriteria, sub-kriteria, dan tingkat risiko yang dominan.**

Berdasarkan perhitungan prioritas umum, nilai bobot prioritas akhir ditentukan. Dari nilai tersebut, kriteria, sub-kriteria, dan tingkat risiko dominan dapat diidentifikasi.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dari hasil kuesioner yang di sebar ke tiga perusahaan yaitu BTS, CCFG, dan *Teamworx* kemudian di kelompokkan kembali berdasarkan peringkat sub kriteria risiko terbanyak yang di pilih oleh para responden kuesioner tersebut. Selanjutnya dilakukan pemberian peringkat pada hasil kuesioner tersebut. Setelah itu dilakukan *focus group discussion* (FGD) diantara pengambil keputusan untuk menentukan 5 peringkat sub kriteria risiko teratas untuk tiap-tiap kelompok risiko utama, sehingga masing-masing kelompok risiko utama memiliki 5 sub kriteria risiko. Pada Kelompok risiko dari luar terdapat 5 sub risiko yang antara lain adalah cuaca, pengendalian lingkungan, gangguan umum, akses ke Lokasi proyek, dan perijinan dan tata cara. Resiko ekonomi dan keuangan proyek terdiri dari risiko kondisi keuangan pemilik proyek, kondisi keuangan kontraktor, keterlambatan pembayaran, control biaya dan perijinan tata cara. Selanjutnya untuk risiko kontraktual dan teknis meliputi risiko keterlambatan penyelesaian kontrak, standar dokumen kontrak, perselisihan dalam kontrak, kegagalan kontraktor, dan kecelakaan

kerja. Pada kelompok risiko managerial terdapat sub risiko keselamatan dilokasi proyek, kompetensi kontraktor, keterlambatan pekerjaan, tenaga kerja yang tidak kompeten, dan metode kerja. Untuk lebih jelasnya hasil FGD tersebut diatas dapat dilihat pada Tabel 4. yang telah dikelompokkan berdasarkan risiko utama.

Tabel 4. Kriteria Risiko Hasil Kuesioner dan *Focus Group Discussion* (FGD).

Risiko Utama	Sub Risiko
<b>A. Risiko dari luar proyek</b>	A.1. Cuaca. A.2. Pengendalian lingkungan. A.3. Gangguan umum. A.4. Akses ke lokasi proyek. A.5. Perijinan dan tata cara.
<b>B. Risiko ekonomi dan keuangan proyek</b>	B.1. Kondisi keuangan pemilik proyek. B.2. Kondisi keuangan Kontraktor. B.3. Keterlambatan pembayaran. B.4. Kontrol biaya. B.5. Perijinan dan tata cara.
<b>C. Risiko kontraktual dan teknis</b>	C.1 Keterlambatan penyelesaian kontrak. C.2 Standar dokumen kontrak. C.3 Perselisihan dalam kontrak. C.4 Kegagalan kontraktor C.5 Kecelakaan kerja.
<b>D. Risiko Managerial</b>	D.1 Keselamatan dilokasi proyek. D.2 Kompetensi kontraktor. D.3 Keterlambatan pekerjaan D.4 Tenaga kerja yang tidak kompeten. D.5 Metode kerja.

Dari hasil FGD diatas selanjutnya dilakukan penilaian tiap-tiap kriteria risiko dengan menggunakan metode AHP dan skala penilaian yang digunakan adalah sesuai dengan skala perbandingan berpasangan AHP pada Tabel 2. Pada langkah pertama yang dilakukan penilaian perbandingan berpasangan adalah pada risiko utama. Selanjutnya melakukan perhitungan bobot prioritas untuk menentukan prioritas dari kriteria, sub-kriteria, dan mencari tingkat risiko yang dominan. Setelah itu dilakukan perhitungan nilai *Consistency Ratio* (CR) dengan terlebih dahulu melakukan perhitungan nilai-nilai *Eigen* (*Eigen Value*) untuk tiap-tiap kriteria yang di nilai. Selanjutnya tiap nilai *Eigen* di bagi dengan nilai *Random Index* (RI) yang tercantum dalam Tabel 3. Hasil pengolahan data dengan metode AHP terhadap risiko-risiko utama secara berurutan bobot terbesar sampai dengan bobot terkecil adalah risiko ekonomi dan keuangan proyek dengan bobot kriteria 0,376, risiko risiko kontraktual dan teknis dengan bobot kriteria 0,284, risiko dari luar lokasi proyek dengan bobot kriteria 0,206, dan yang terakhir risiko managerial dengan bobot kriteria 0,134.

Hasil perhitungan bobot prioritas di atas terlihat bahwa risiko ekonomi dan keuangan proyek memenuhi peringkat pertama di bandingkan dengan risiko-risiko utama lainnya. Hal ini memperlihatkan adanya keraguan pengambil Keputusan terhadap *performance* pemilik proyek dan kontraktor mengenai kemampuan *financial* (keuangan) dalam menjalankan proyek tersebut. Pada peringkat ke dua untuk risiko-risiko utama di peroleh risiko kontraktual dan teknis yang sesuai dengan kondisi aktual kontrak antara pemberi kerja dalam hal ini pemilik proyek dan kontraktor EPC (CCFG dan ZJNF 1) masih terjadi silang pendapat masalah kontrak. Pada awal draf kontrak di keluarkan oleh pihak kontraktor EPC dan sudah di tanda tangani oleh kedua belah pihak, akan tetapi dengan berjalannya waktu pihak pemberi kerja mengajukan pembatalan perjanjian tersebut dan meminta untuk disusun kembali kontrak baru yang di buat oleh pemberi kerja. Untuk urutan ketiga adalah risiko dari luar Lokasi proyek yang dapat mempengaruhi berjalannya proyek *Methyl Tin* tersebut yang antara lain adalah risiko cuaca dan perijinan proyek berdasarkan regulasi pemerintah Batam. Sebagai urutan ke empat adalah risiko managerial proyek yang berhubungan dengan kompetensi kontraktor dan keterlambatan pekerjaan. Tahap selanjutnya adalah

melakukan perhitungan bobot kriteria untuk sub risiko sesuai dengan yang tercantum di Tabel 4. Hasil perhitungan bobot risiko tersebut dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini. Hasil dari perhitungan bobot perbandingan berpasangan kemudian di normalisasikan terhadap bobot kriteria utama sehingga bisa mendapatkan peringkat tiap-tiap sub kriteria dalam kriteria utama.

Tabel 5. Hasil Pengolahan Data Dengan Metode AHP

Daftar item risiko proyek EPC	Risiko Utama			Bobot rata-rata	Sub Risiko			Bobot rata-rata	Rangking
	Ag	Bern	Mif		Ag	Bern	Mif		
<b>A. Risiko di luar lokasi</b>	0,187	0,198	0,233	<b>0,206</b>	<b>0,206</b>	<b>0,206</b>	<b>0,206</b>	<b>0,206</b>	
A.1. Cuaca.					0,043	0,049	0,049	0,047	1
A.2. Pengendalian lingkungan.					0,020	0,020	0,020	0,020	5
A.3. Gangguan umum.					0,022	0,024	0,024	0,023	4
A.4. Akses ke lokasi proyek.					0,035	0,034	0,034	0,034	3
A.5. Perijinan dan tata cara.					0,086	0,079	0,079	0,081	2
<b>B. Risiko ekonomi dan keuangan proyek</b>	0,346	0,387	0,394	<b>0,376</b>	<b>0,376</b>	<b>0,376</b>	<b>0,376</b>	<b>0,376</b>	
B.1. Kondisi keuangan pemilik proyek.					0,160	0,164	0,153	0,159	1
B.2. Kondisi keunagna Kontraktor					0,108	0,098	0,109	0,105	2
B.3. Keterlambatan pembayaran.					0,055	0,060	0,057	0,057	3
B.4. Kontrol biaya.					0,031	0,032	0,033	0,032	4
B.5. Perpajakan.					0,022	0,022	0,024	0,023	5
<b>C. Risiko kontraktual &amp; teknis</b>	0,346	0,275	0,233	<b>0,284</b>	<b>0,284</b>	<b>0,284</b>	<b>0,284</b>	<b>0,284</b>	
C.1. Keterlambatan penyelesaian kontrak.					0,096	0,098	0,103	0,099	1
C.2. Standar dokumen kontrak.					0,025	0,030	0,024	0,026	4
C.3. Perselisihan dalam kontrak.					0,069	0,069	0,067	0,068	2
C.4. Kegagalan kontraktor					0,027	0,023	0,023	0,024	5
C.5. Kecelakaan kerja.					0,068	0,063	0,067	0,066	3
<b>D. Risiko Managerial</b>	0,122	0,140	0,141	<b>0,134</b>	<b>0,134</b>	<b>0,134</b>	<b>0,134</b>	<b>0,134</b>	
D.1. Keselamatan dilokasi proyek.					0,019	0,016	0,015	0,017	4
D.2. Kompetensi kontraktor.					0,038	0,043	0,051	0,044	1
D.3. Keterlambatan pekerjaan					0,033	0,034	0,031	0,033	2
D.4. Tenaga kerja yang tidak kompeten.					0,029	0,026	0,024	0,026	3
D.5. Metode kerja.					0,015	0,014	0,012	0,014	5

Dari Tabel 5 diatas terlihat sub risiko yang dominan pada tiap-tiap risiko utama. Dari kelompok risiko utama di luar Lokasi proyek terdapat diambil 3 sub risiko yang dominan yaitu perijinan dan tata cara, cuaca dan akses menuju Lokasi proyek. Pada risiko utama ekonomi dan keuangan proyek teridentifikasi kondisi keuangan pemilik proyek sebagai risiko yang dominan kemudian di ikuti risiko kondisi keuangan kontraktor dan risiko keterlambatan pembayaran. Untuk risiko utama kontraktuan dan teknis 3 sub risiko yang dominan meliputi risiko keterlambatan risiko penyelesaian kontrak, risiko perselisihan kontrak dan kecelakaan kerja. Risiko managerial teridentifikasi risiko kompetensi kontraktor sebagai risiko dengan bobot tertinggi, diikuti risiko keterlambatan pekerjaan dan risiko tenaga kerja yang tidak kompeten.

Dari keseluruhan sub risiko kemudian di tetapkan 5 sub risiko yang paling dominan untuk dilakukan monitoring dan evaluasi selama periode proyek berlangsung. Dari 5 sub risiko tersebut antara lain adalah risiko kondisi keuangan pemilik proyek dengan bobot 0,159, risiko kondisi keuangan kontraktor dengan bobot 0,105, risiko keterlambatan penyelesaian kontrak dengan bobot 0,099, risiko perselisihan dalam kontrak dengan bobot 0,068, dan yang terakhir adalah risiko kecelakaan kerja dengan bobot 0,066. Dari sub risiko bisa di hubungkan untuk tiap risiko tersebut bahwa diantara pemilik proyek dan kontraktor EPC telah terjadi ketidakpercayaan satu pihak terhadap pihak lainnya. Pihak pemilik dan pihak kontraktor saling meragukan kemampuan dibidang financial (keuangan) yang berakibat pada perselisihan kontrak yang tidak kunjung selesai sampai berujung pada kesepakatan bersama pengakhiran perjanjian (*Mutual Termination Agreement*) untuk *Memorandum of Understanding* (MoU) dan *Letter of Award* (LoA) dan juga mengakibatkan progress pekerjaan menjadi terlambat karena perelisihan kontrak. Risiko kecelakaan kerja muncul di urutan ke lima dari sub risiko yang di teliti berhubungan dengan rendahnya standar Kesehatan dan keselamatan kerja (K3) yang dimiliki oleh kontraktor CCFG dan ZJNF 1 sehingga mempengaruhi budaya kerja yang dilakukan.

#### 4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengolahan data dan pembahasan terdapat beberapa kesimpulan tentang identifikasi risiko di dalam proyek EPC *Methyl Tin Plant* tersebut antara lain :

- 1) Risiko utama dari proyek *Methyl Tin Plant* secara berurutan mulai dari peringkat dengan bobot terbesar adalah risiko ekonomi dan keuangan proyek, risiko kontraktual dan teknis, risiko dari luar proyek dan risiko managerial.
- 2) Dari penelitian diatas juga di tetapkan 5 sub risiko yang paling dominan dengan bobot peringkat tertinggi antara lain adalah risiko kondisi keuangan pemilik proyek, kondisi keuangan kontraktor, risiko keterlambatan penyelesaian kontrak, risiko keterlambatan pekerjaan dan risiko kecelakaan kerja.
- 3) Diantara lima sub risiko yang dominan tersebut di atas terdapat hubungan yang erat antara sub risiko satu dengan yang lainnya. Keterlambatan penyelesaian kontrak menimbulkan ketidakpercayaan diantara kedua belah pihak yang berkontrak (*Owner* dan *EPC Contractor*) sehingga tidak percaya kedua belah pihak terhadap kondisi finansial (keuangan). Dengan adanya perselisihan kontrak, maka mempunyai dampak kepada penyelesaian pekerjaan dilapangan karena dukungan keuangan yang bermasalah.
- 4) Risiko kecelakaan kerja di lapangan juga muncul sebagai risiko yang dominan di proyek *Methyl Tin Plant*, hal ini di sebabkan oleh rendahnya standar K3 oleh kontraktor CCFG dan ZJNF 1 sehingga berdampak pada pekerja yang mempunyai kesadaran rendah terhadap budaya K3.
- 5) Pada aspek risiko managerial, seperti kurangnya pengalaman kontraktor, pemilihan kontraktor dengan pengalaman dan rekam jejak yang baik dalam proyek serupa menjadi langkah penting untuk mengurangi risiko tersebut. Selain itu, persyaratan kontrak dengan supplier harus disusun secara jelas dan bebas dari ambiguitas. Semua pihak yang terlibat perlu memahami isi kontrak dengan baik, termasuk aspek batasan, jangka waktu, kualitas, dan persyaratan lainnya. Untuk selanjutnya diperlukan pengendalian terhadap risiko-risiko di atas dan di buat *risk response* untuk memantau risiko-risiko yang di teliti.

#### REFERENSI

- [1] M. Shenglin, "Risk Identification and Management in EPC Project: A Comprehensive Review and Recommendation," *Journal of Engineering Research and Reports*, vol. 25 No. 1, no. Resiko-Resiko EPC Project, pp. 80-89, Mei 2023.
- [2] z. Zhongze, M. Qichen and P. Nangsheng, "Research on Quality Risk Assessment of EPC Projects for Transmission and Distribution Engineering Based on Design Enterprises," *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 571 (2020), vol. 1, no. Analisa resiko proyek EPC, pp. 1-7, 2020.

- [3] J. X. Hong Ke, "Research and control of the Risk of EPC Contractor Based on the Supply Chain," in *International Conference on Education Technology, Management and Humanities Science (ETMHS 2015)*, Beijing, China, 2015.
- [4] L. Bing, R. Lee and K. Tiong, "RISK MANAGEMENT IN INTERNATIONAL CONSTRUCTION JOINT VENTURES," *JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT*, vol. 125, no. Resiko-resiko Proyek Joint Venture, pp. 277-284, Agustus 1999.
- [5] E. Lamasri, "ANALISIS KLAUSUL KONTRAK PROYEK EPC XYZ TERHADAP RISIKO KONFLIK BERDASARKAN FIDIC SILVER BOOK," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2023*, Surakarta, 2023.
- [6] A. Maddeppungeng, R. T. Bethany and S. Ayu, "IDENTIFIKASI FAKTOR-FAKTOR RISIKO YANG BERPENGARUH DI TAHAP CONSTRUCTION PADA PROYEK EPC TERHADAP KINERJA WAKTU (Studi Kasus PT. Krakatau Engineering dan PT. Prima Konstruksi (Studi Kasus PT. Krakatau Engineering dan PT. Prima Konstruksi)," *JURNAL FONDASI*, vol. 4 Nomor 2, no. Resiko-resiko Proyek EPC, pp. 89-95, 2015.
- [7] A. E. Egila, O. A. Balogum and S. O. Yusuf, "ASSESSMENT OF DELAY AND COST-OVERRUN IN FEDERAL ROAD CONSTRUCTION PROJECT IN ABUJA," *INDEPENDENT JOURNAL OF MANAGEMENT & PRODUCTION (IJM&P)*, vol. 11 No. 4, no. Faktor Resiko Keterlambatan Proyek, pp. 1184-1200, Agustus 2020.
- [8] N. H. Khairullah and M. A. Hilal, "Identification of the main causes of risks in engineering procurement construction projects," *Journal of the Mechanical Behavior of Materials*, vol. 31, no. Resiko-resiko Proyek EPC, p. 282–289, 2022.
- [9] R. G. Andaru and T. J. W. Adi, "Risk Analysis of E-Procurement Process of EPC Construction Project Based On Risk Management," *Indonesian Journal of Social Technology*, vol. 5 No. 3, no. Risk Analisis on EPC Project, pp. 1286-1295, 2024.
- [10] A. V. Fadhila, I. M. Rustanti, V. Abma, V. Nugraheni and T. N. Sulistyantoro, "IDENTIFIKASI DAN ANALISIS TINGKAT RISIKO PROYEK EPC TANGKI TIMBUN DAN SUBMARINE PIPELINE TBBM TANJUNG BATU," in *"Integrasi Technopreneurship Dalam Inovasi Smart Transportasi & Mitigasi Bencana Untuk Lingkungan Berkelanjutan"*, Yogyakarta, 2024.
- [11] J. S. Sipayung, D. T. Liputra and S. Kartika, "Usulan Penentuan Supplier dengan Metode Analytic Hierarchy Process (AHP) dan Visekriterijumsko Kompromisno Rangiranje (VIKOR) di CV Cok Ko Tengok," *Journal of Integrated System (JIS)*, vol. 6 No. 2, no. Pengambilan keputusan multi Kriteria, pp. 174-196, Desember 2023.
- [12] N. A. Violeta, A. C. Niam and F. F. Alrizal, "Analisis Risiko Pembangunan dengan Metode Analytical Hierarchy Process pada GOR Anoraga Rangka Jaya Tuban," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 5 No. 1, no. Pengambilan Keputusan Multi Kriteria, p. 15–22, Mei 2024.
- [13] N. B. Nugraha, Y. M. Santosa, A. Puspaningrum and I. Saiful, "Implementasi Metode Analytic Hierarchy Process (AHP) dalam Sistem Rekomendasi Mitigasi Bencana Alam," *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, vol. Volume 5 No. 4, no. Pengambilan keputusan multi kriteria, pp. 776-785, Agustus 2024.
- [14] M. F. Siregar, "IMPLEMENTASI METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) PADA SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN JASA DEKORASI RUMAH," *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi Scientica*, vol. 3 No. 8, no. Pengambilan Keputusan Multikriteria, p. 355–366, Juli 2024.

- [15] I. Jaelani, Minarto, I. Kaniawulan and L. S. A. Muni, "Implementation of the Analytical Hierarchy Process (AHP) Method to Support Selection of HCI Life Insurance Products," *RISTEC : Research in Information Systems and Technology*, vol. 5 No. 1, no. Pengambilan Keputusan Multi Kriteria, pp. 107-115, 2024.
- [16] A. Prabowo and D. N. Edi, "Identifikasi Risiko Pada Proyek EPC-5," PT. Swadaya Graha, Bojonegoro, 2014.
- [17] O. Batto, "Analisis Prioritas Penyedia Jasa Konstruksi Menggunakan Metode AHP (Analytical Hierarchy Process)," *Jurnal Teknik AMATA*, vol. 5 No.1, no. Pengambilan keputusan Multi kroteria, pp. 32-38, 2024.
- [18] P. M. Institute, A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) / Project Management Institute, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc., 2017.
- [19] A. Nurdiana and R. Susanti, "Assessing Risk on The Engineering Procurement Construction (EPC) Project from The Perspective of The Owner: A Case Study," *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 506*, vol. 506, no. Resiko-resiko Proyek EPC, pp. 1-6, 2019.