



TESIS

**ANALISIS RISIKO PADA PROYEK EFISIENSI ENERGI
BERBASIS KINERJA - RASIONALISASI PJU ESCO X**

YUTA FAJAR MUHAMMAD

NRP. 09211850023016

Dosen Pembimbing

Ir. Ervina Ahyudanari ME, PhD

Departemen Manajemen Teknologi

Fakultas Desain Kreatif Dan Bisnis Digital

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

2021

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Manajemen Teknik (M.MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Yuta Fajar Muhammad

NRP: 09211850023016

Tanggal Ujian: Senin, 8 Februari 2021

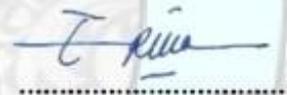
Periode Wisuda: April 2021

Disetujui oleh:

Pembimbing:

Ir. Ervina Ahyudanari ME, PhD

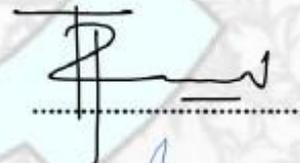
NIP: 196902241995122001



Penguji:

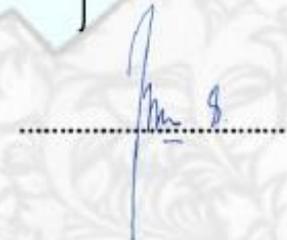
1. Tri Joko Wahyu Adi, ST, MT, PhD

NIP: 197404202002121003



2. Dr. Ir. Endah Angreni, MT

NIP: -



Kepala Departemen Manajemen Teknologi
Fakultas Desain Kreatif dan Bisnis Digital



Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP

NIP: 196912311994121076

ANALISIS RISIKO PADA PROYEK EFISIENSI ENERGI BERBASIS KINERJA - RASIONALISASI PJU ESCO X

Nama : Yuta Fajar Muhammad
NRP : 09211850023016
Dosen Pembimbing : Ir. Ervina Ahyudanari ME, PhD

ABSTRAK

Pembangunan dan pengembangan jalan hampir selalu diikuti dengan penambahan fasilitas Penerangan Jalan Umum (PJU), jumlah titik PJU terus bertambah sehingga mengakibatkan peningkatan pembayaran rekening PJU. Investasi di sektor efisiensi memiliki beberapa risiko, salah satunya adalah masalah periode pengembalian dana investasi. Oleh karena itu, penting dilakukan proyek efisiensi energi yang didasari berbasis kinerja perlu dilakukan. Artinya, segala kegiatan yang berkaitan dengan efisiensi energi harus dibayar dari penghematan rekening itu sendiri. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis risiko dari proyek efisiensi energi berbasis kinerja. Dalam penelitian ini digunakan *Fault Tree Analysis* sebagai metoda untuk mencari sumber risiko, yang memungkinkan ESCO (*Energy Service Company*) untuk menghadapi risiko yang terjadi. Proses tersebut dilakukan dengan identifikasi risiko, analisis risiko, dan evaluasi risiko. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada 13 variabel risiko yang mungkin terjadi pada proyek ini. Untuk mengurangi risiko kurang fahamnya pihak terkait akan ESCO dilakukan mitigasi berupa sosialisasi mendalam kepada semua pihak mengenai proyek ESCO sehingga dapat meningkatkan tingkat keberhasilan proyek.

Kata Kunci: ESCO, Penerangan Jalan Umum, *Fault Tree Analysis*, Efisiensi Energi.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

RISK ANALYSIS OF ENERGY EFFICIENCY PROJECTS BASED ON PERFORMANCE – RATIONALIZATION OF PJU ESCO X

Name : Yuta Fajar Muhammad
NRP : 09211850023016
Supervisor : Ir. Ervina Ahyudanari ME, PhD

ABSTRACT

The construction and development of roads, which are almost all equipped with street lighting facilities (PJU), the number of PJU continues to grow with the increase in PJU account expenditures. Efforts to reduce accounts can be achieved with energy efficiency and have been done with the use of solar PJUs. One of them is the problem of the period of return on investment funds. Therefore, it is important to do energy efficiency projects based on performance. All activities related to energy efficiency must be paid from savings accounts themselves. From this background, the purpose of this study is to obtain the concept of risk mitigation from performance-based energy efficiency projects. This research discusses the application of Fault Tree Analysis as a risk system to look for risk factors, which enables ESCO (Energy Service Company) to deal with the risk that occurs. The process is carried out by risk identification, risk analysis, and risk evaluation. With the FTA method, this study identified 13 risk variables that were assessed according to their probabilities. To reduce the risk of lack of understanding by related parties on ESCO, mitigation is carried out in the form of in-depth socialization to all parties regarding the ESCO project so as to increase the success rate of the project.

Keywords: ESCO, Street Lighting Facilities, *Fault Tree Analysis*, Energy Efficiency.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR



Segala puji syukur bagi Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul:

ANALISIS RISIKO PADA PROYEK EFISIENSI ENERGI BERBASIS KINERJA - RASIONALISASI PJU ESCO X

Dapat terselesaikan dengan sebaik-baiknya. Penulis berusaha secara optimal dengan segala pengetahuan dan informasi yang didapatkan dalam menyusun Tesis ini. Namun, Penyusunan Tesis ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, sangat diharapkan adanya kritik dan saran yang berguna dalam penyempurnaan.

Tidak lupa rasa terimakasih terucap atas dukungan dan bantuan semua pihak. Orang tua dari penulis Saiful Affandie dan Eny Masitah atas doa dan dukungan yang selalu menyertai penulis. Lucita Spica Arsasiwi yang selalu menemani dan membantu dalam pengerjaan tesis. Ibu Ervina Ahyudanari selaku pembimbing, yang selalu memberi arahan dan semangat untuk penulis dalam penelitian ini. Tim ESCO Harsari AMT, Pak Hargo dan Mas Adam atas bantuan dalam pengerjaan penelitian. Teman-teman MP 2018 atas dukungan, serta kebersamaan selama ini. Serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Semoga tesis ini dapat bermanfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan memberikan sumbangan refrensi dalam pengelolaan risiko proyek

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Surabaya, Januari 2021

A handwritten signature in black ink that reads "Yuta Fajar".

Penyusun

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Penelitian	5
1.6 Sistematika Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	7
2.1 ESCO (<i>Energy Service Company</i>)	7
2.1.1 Jenis Skema ESCO.....	8
2.1.2 <i>ESCO</i> di Tiap Negara.....	8
2.2 Manajemen Risiko	9
2.2.1 SNI ISO 31000.....	11
2.2.2 Proses Manajemen Risiko	11
2.2.3 Komunikasi dan Konsultasi	12
2.2.4 Lingkup, Konteks dan Kriteria.....	12

2.2.5 Identifikasi Risiko.....	13
2.2.6 Analisis Risiko.....	14
2.3 Penilaian Risiko (<i>Risk Assement</i>)	15
2.4 <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	18
2.4.1 Minimal Cut Set.....	22
2.5 Penelitian Terdahulu.....	23
2.6 Posisi Penelitian.....	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Konsep Penelitian	30
3.2 Kualifikasi Responden.....	30
3.3 Data Penelitian.....	31
3.4 Proses Penelitian.....	31
3.4.1 Studi Literatur.....	31
3.4.2 Analisis Risiko.....	32
3.4.3 Studi Lapangan	33
3.5 Teknik Analisis.....	33
3.5.1 Identifikasi dan Analisis Risiko.....	33
3.5.3 Analisis Tingkat Risiko.	35
BAB 4	37
4.1 Pengumpulan Data.....	37
4.2 Identifikasi penyebab keterlambatan	38
4.2.1 <i>Basic Event</i> dan Kuesioner	41
4.3 Analisis Risiko Menggunakan FTA	42
4.3.1 Faktor risiko akibat terlambatnya pengambilan tindakan.....	43
4.3.2 Faktor risiko akibat kurangnya persiapan pekerjaan	45
4.3.4 Kombinasi <i>Basic Event</i>	48

4.5 Optimasi dan Strategi Mitigasi.....	56
4.6 Implikasi Manajerial	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	67
Lampiran I.....	67
Lampiran II.....	71

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Prioritas Risiko Berdasarkan ISO 31000:2018	14
Tabel 2.2 Matriks Analisis Risiko ISO 31000:2018	15
Tabel 2.3 Simbol <i>fault tree</i>	20
Tabel 2.4 Posisi Penelitian.	28
Tabel 3.1 <i>Basic Event</i> dari penyebab tidak terlaksananya proyek.....	32
Tabel 3.2 Kriteria Rating Probabilitas	35
Tabel 4.1 <i>Basic Event</i> berdasarkan studi literatur.....	39
Tabel 4.2 Kode Responden	42
Tabel 4.3 Kriteria rating probabilitas	48
Tabel 4.4 Probabilitas <i>Basic Event</i>	49
Tabel 4.5 <i>Minimal Cut Set</i> peristiwa terlambatnya pengambilan tindakan	52
Tabel 4.6 <i>Minimal Cut Set</i> peristiwa kurangnya persiapan pekerjaan	54
Tabel 4.7 Probabilitas tertiggi untuk tiap faktor	56

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Data PJU Nasional	1
Gambar 1.2 Prediksi Beban Biaya PJU Nasional	2
Gambar 1.3 Pendapatan ESCO Tiap Negara (IEA, 2018).....	4
Gambar 1.4 Pendapatan ESCO tiap negara. (IEA, 2018)	4
Gambar 2.1 Proses Manajemen Risiko (ISO 30001:2018).....	12
Gambar 2.2 Contoh Bagan Fault Tree Analysis	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Penelitian	29
Gambar 4.1 Tahapan Proyek Konservasi Energi ESCO.....	37
Gambar 4.2 Rencana Penghematan PJU	38
Gambar 4.3 <i>Intermediate event</i> untuk tiga faktor tidak terlaksananya proyek efisiensi energi ESCO	42
Gambar 4.4 Diagram FTA terlambatnya pengambilan tindakan oleh <i>owner</i>	43
Gambar 4.5 Diagram FTA terlambatnya <i>owner</i> dalam mengambil keputusan	44
Gambar 4.6 Diagram FTA kurang fahamnya <i>user</i> akan kebutuhannya.....	44
Gambar 4.7 Diagram FTA kurang fahamnya <i>user</i> akan skema ESCO.....	45
Gambar 4.8 Diagram FTA terkendala komunikasi dengan pihak terkait	45
Gambar 4.9 Diagram FTA kurang persiapan pekerjaan.	46
Gambar 4.10 Diagram FTA kurang sesuai perjanjian Kerjasama.....	46
Gambar 4.11 Diagram FTA kurangnya dana untuk keperluan proyek	47
Gambar 4.12 Diagram FTA Kode A.....	51
Gambar 4.13 Diagram FTA Kode B	53
Gambar 4.14 Grafik perbandingan probabilitas <i>minimal cut set</i>	55

BAB I

PENDAHULUAN

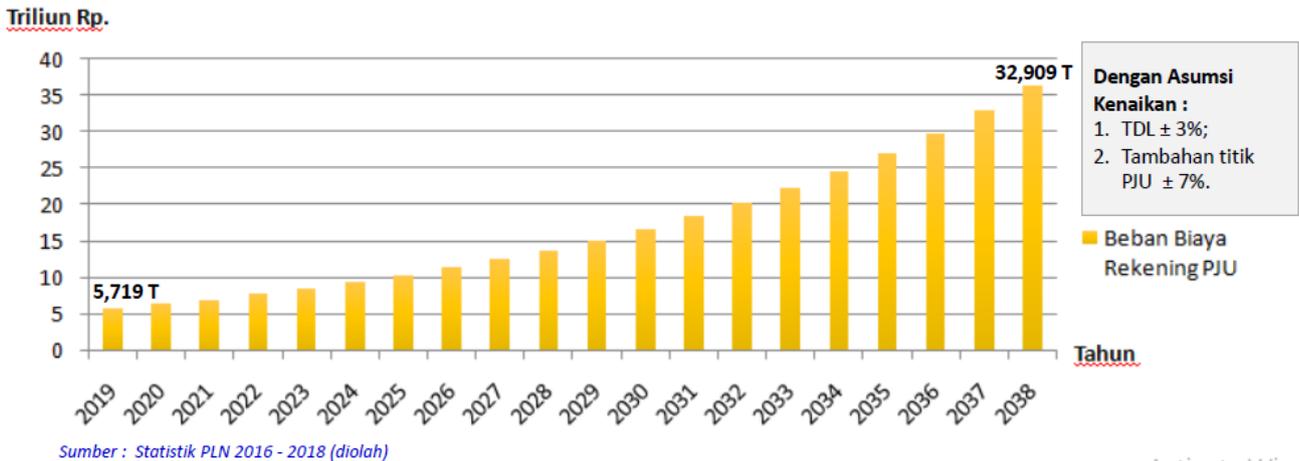
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang masalah yang menjadi dasar dalam penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup yang berisi batasan dan asumsi yang akan digunakan dalam penelitian, serta manfaat yang akan dicapai dalam penelitian ini

1.1 Latar Belakang

Program konservasi energi merupakan salah satu prioritas pemerintah dalam menjamin ketahanan energi nasional. Berkaitan dengan hal tersebut, salah satu potensi penghematan energi terbesar negara adalah berasal dari pemakaian listrik di Penerangan Jalan Umum (PJU). Penerangan Jalan Umum merupakan salah satu fasilitas layanan umum yang sangat dibutuhkan masyarakat untuk kepentingan sosial, keamanan lingkungan, dan ekonomi masyarakat. Seiring dengan pembangunan dan pengembangan jalan, jumlah titik PJU terus bertambah sehingga mengakibatkan peningkatan pembayaran rekening PJU (Gambar 1.1). Namun hal ini tidak diiringi dengan peningkatan nilai Anggaran Pendapatan Daerah (APBD). Sehingga pemerintah daerah sering kesulitan membayar rekening PJU, terlebih jika dikaitkan dengan subsidi listrik yang harus ditanggung oleh pemerintah yang sangat besar.

• Pemanfaatan Energi PJU	= ± 3.550,40 GWh
• Beban APBD :	
Biaya rekening PJU	= ± Rp. 5,135 Triliun
Potensi kenaikan rekening PJU akibat kenaikan TDL ± 3% & titik PJU ± 7%	= ± Rp. 1,556 Triliun
• Beban APBN :	
Biaya Pokok Pembangkit (BPP)	= ± Rp. 4,434 Triliun
Biaya Pemeliharaan	= ± Rp. 205,409 Milyar
Biaya Operasional Pembangkit (BPP)	= ± Rp. 3,864 Triliun
Biaya Subsidi Energi	= ± Rp. 699 Milyar

Gambar 1.1 Data PJU Nasional



Gambar 1.2 Prediksi Beban Biaya PDU Nasional

Selain itu biaya rekening PDU akan naik dari tahun ke tahun jika masih tidak menggunakan efisiensi energi (Gambar 1.2). Hal ini menunjukkan bahwa ketika PDU masih menggunakan konsep investasi dan tidak ada proses efisiensi pada PDU tersebut, besarnya rekening PDU akan semakin membebani pemilik PDU. Pada dasarnya, terdapat beberapa sumber pendanaan internal maupun eksternal yang dapat dipilih oleh pemerintah dalam melaksanakan efisiensi energi di sektor PDU, namun secara ekonomis, sumber pendanaan yang paling menguntungkan bagi pemerintah adalah sumber pendanaan pihak swasta yang dapat diselenggarakan oleh Pemerintah Daerah dalam rangka efisiensi energi.

Pola kerjasama yang mengadopsi model bisnis kerjasama berbasis kinerja ini diusung oleh ESCO (*Energy Service Company*). Dengan menerapkan *energy saving performance contract* dimana pihak swasta yang terpilih dapat melakukan pembangunan, rehabilitasi dan pengelolaan PDU atas biaya sendiri dengan jaminan dapat melakukan penghematan energi sejumlah tertentu dan disepakati bersama dan diberikan hak pengelolaan hingga memperoleh pengembalian modal dengan keuntungan yang wajar dari penghematan energi PDU yang berhasil dicapai.

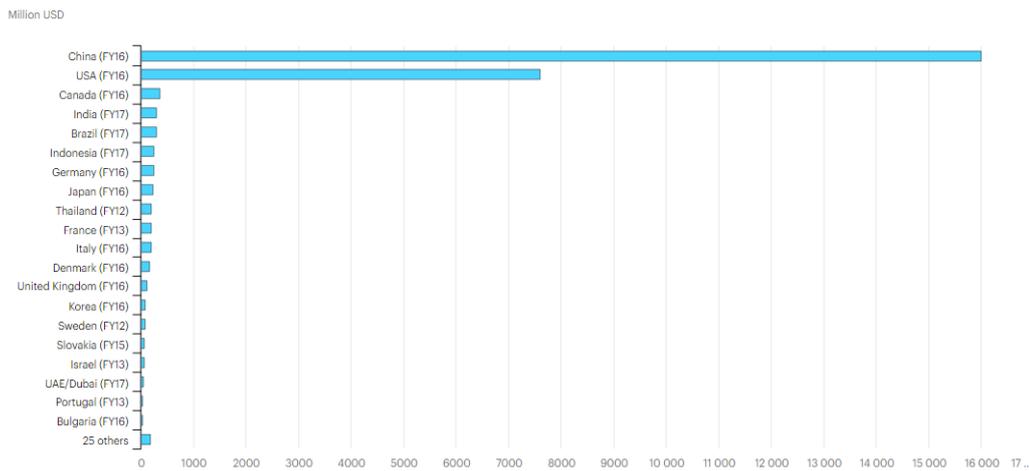
Keberadaan ESCO pada dasarnya telah mendapat pengaturan di dalam Pasal 23 ayat (3) UU No.30/2007 dan diatur lebih lanjut dalam peraturan pelaksanaannya, termasuk Permen ESDM No. 14/2016. Di Indonesia sendiri, pelaksanaan model bisnis kerjasama berbasis kinerja di sektor PDU ini telah dicoba untuk diterapkan di sektor publik. Dalam skema kerjasama efisiensi PDU berbasis kinerja yang diusung

oleh ESCO, pemerintah daerah tidak menganggarkan di dalam Anggaran Pendapatan dan Daerah (APBD), penyedia infrastruktur untuk efisiensi dan konservasi energi PJU atau sering diistilahkan dengan Pemerintah Zero Investment, karena penyediaan infrastruktur atau sistem efisiensi energi PJU menjadi tanggung jawab ESCO, termasuk pembiayaannya. ESCO mendapatkan pembayaran apabila nilai efisiensi dalam prosentase yang telah disepakati tercapai. Selanjutnya pembayaran jasa tersebut diambil dari pos anggaran pembayaran rekening PJU yang setiap tahunnya telah dianggarkan oleh Pemerintah Daerah. Dengan demikian tidak diperlukan penganggaran tersendiri bagi pembayaran jasa ESCO atas penghematan energi listrik PJU yang terjadi.

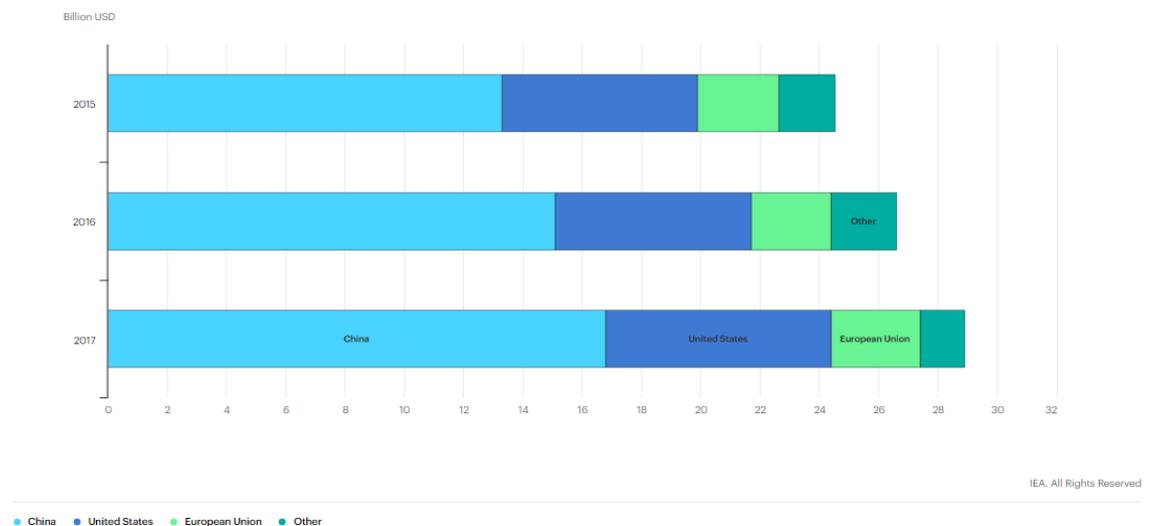
Oleh karena itu, sangatlah penting bahwa proyek efisiensi energi harus berbasis kinerja, yang artinya segala kegiatan yang berkaitan dengan efisiensi energi harus dibayar dari penghematan rekening itu sendiri. Kegiatan ini telah banyak diterapkan di negara-negara maju. Dimana ditunjukkan dengan pendapatan yang dihasilkan oleh ESCO tiap negara, seperti gambar 1.3 dan 1.4.

Berkaitan dengan aspek PJU, ESCO dalam pelaksanaan efisiensi energi dapat bekerja sama dengan pemerintah dengan *Solicited* yaitu proyek yang direncanakan oleh pemilik proyek atau dengan kata lain proyek masih harus melalui proses penawaran atau tender terbuka, bisa juga dengan *Unsolicited Project* yaitu proyek yang diprakarsai oleh pihak swasta atau badan usaha dan melalui proses tender terbatas. Namun kondisi di lapangan sangat berbeda, pemilik pekerjaan masih kurang faham dan mengerti akan keuntungan dari ESCO *unsolicited* itu sendiri. Sehingga ESCO *unsolicited* sering dinilai sama dengan proyek efisiensi pada umumnya.

Penelitian ini akan menganalisis proyek efisiensi energi berbasis kinerja berdasarkan skema *unsolicited* dari sudut pandang risiko pelaksana yaitu ESCO X. Oleh karena itu dilakukan analisis terhadap risiko yang terdapat pada proyek efisiensi energi ESCO, khususnya *Unsolicited*. Risiko tersebut perlu diketahui akar permasalahannya, sehingga penggunaan FTA (*Fault Tree Analysis*) diterapkan pada penelitian ini untuk menganalisis faktor penyebab tidak terlaksananya sebuah proyek efisiensi energi dapat terjadi, dengan metode ini diharapkan dapat menjelaskan akar permasalahan dari risiko ini.



Gambar 1.3 Pendapatan ESCO Tiap Negara (IEA, 2018)



Gambar 1.4 Pendapatan ESCO tiap negara. (IEA, 2018)

1.2 Perumusan Masalah

ESCO merupakan perusahaan yang bergerak di bidang efisiensi energi, dimana dibayangi oleh risiko akan tidak terlaksananya proyek akibat berbagai aspek. Penerapan *Fault Tree Analysis* (FTA) dinilai merupakan salah satu upaya antisipasi risiko yang cocok untuk kasus ini. Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, Permasalahan penelitian ini adalah:

1. Faktor apa yang menjadi penyebab tidak terlaksananya proyek efisiensi energi ESCO, serta faktor mana yang dominan dan menjadi penyebab utama tidak terlaksananya proyek efisiensi energi ESCO?
2. Apakah penerapan optimasi dan mitigasi risiko dapat meminimalisir risiko pada proyek efisiensi energi ESCO?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah dari penelitian ini, tujuan penelitian ini berupa:

1. Mengidentifikasi dan menganalisis apa saja faktor penyebab tidak terlaksananya proyek ESCO.
2. Mengusulkan mitigasi risiko untuk mengurangi risiko kegagalan pelaksanaan proyek ESCO.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat praktis dalam rangka menentukan mitigasi risiko pada Proyek Efisiensi Energi Berbasis Kinerja ESCO.

Pada sisi akademis, penelitian diharapkan bisa menjadi rujukan dan menambahkan pengetahuan terkait dengan risiko pada proyek, khususnya pada bidang efisiensi energi.

Serta memberikan informasi bagi ESCO X mengenai risiko yang mungkin muncul pada proyek efisiensi energi, sehingga dapat melakukan respon lanjutan terhadap risiko yang muncul pada proyek sejenis.

1.5 Batasan Penelitian

Untuk menjaga permasalahan tetap pada ruang lingkup dan menghindari pembahasan yang terlalu luas, sehingga penelitian ini dapat terarah dengan baik sesuai dengan tujuan penelitian dan adanya keterbatasan waktu dalam melakukan penelitian, maka perlu adanya batasan terhadap penelitian yang akan dilakukan, seperti:

1. Penelitian ini dilakukan di ESCO X berlokasi di Kota Magetan.
2. Data proyek yang digunakan adalah proyek efisiensi energi ESCO di bidang rasionalisasi PJU.
3. Penelitian ini dilakukan pada fase Pra-proyek.
4. Penelitian ini fokus pada pencarian faktor yang menyebabkan tidak terlaksananya proyek dari sudut pandang kontaktor.

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bab I: Pendahuluan

Bab ini menjabarkan dan menjelaskan mengenai tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, manfaat penelitian, batasan penelitian dan sistematika penulisan.

2. Bab II: Tinjauan Pustaka

Bab ini menjabarkan dan menjelaskan mengenai landasan teori yang berhubungan dengan analisis risiko dan penelitian terdahulu.

3. Bab III: Metodologi

Bab ini menjabarkan dan menjelaskan mengenai jenis penelitian, metode pengumpulan data, populasi dan sample penelitian, variabel penelitian, cara mengukur variabel, analisis data penelitian dan tahapan dan penelitian.

4. Bab IV: Hasil dan Pembahasan

Bab ini menjabarkan mengenai hasil dari penelitian, beserta dengan deskriptif analisisnya sesuai dengan metode penelitian yang digunakan yaitu menggunakan *In Depth Interview* dan *Fault Tree Analysis*.

5. Bab V: Kesimpulan

Bab ini berisi kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian yang dilakukan dimana kesimpulan diharapkan dapat menjawab tujuan permasalahan yang dicantumkan penulis pada bab pendahuluan. Selain kesimpulan, bab ini juga mencantumkan saran yang mencakup hasil analisa penelitian baik untuk perusahaan, serta untuk penelitian lanjutan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 ESCO (*Energy Service Company*)

Menurut Energy Efficiency Directive (EED.2012/27/EU) ESCO merupakan sebuah perusahaan yang menawarkan jasa energi, termasuk implementasi proyek efisiensi energi hingga proyek energi berkelanjutan. Cakupan kerja ESCO meliputi: analisis dan audit energi, manajemen energi, desain dan implementasi proyek, pemeliharaan dan operasional, monitor dan evaluasi penghematan, pemasok energi, dan konsultan energi (Bertoldi et.al, 2014).

ESCO di Indonesia masih tergolong hal baru karena konsep tersebut baru diresmikan oleh European Commission pada tahun 2012 (Bertoldi et.al, 2014). ESCO di Indonesia didukung peraturan Pemerintah No. 14 Tahun 2012 tentang manajemen energi. Service komprehensif ESCO bertujuan untuk meminimalisasi siklus biaya suatu proyek. Perusahaan jasa energi ESCO bertindak sebagai kontraktor pada umumnya. Direktur Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (2013) membagi ESCO menjadi dua jenis model dasar berdasarkan cara penghitungan (baseline) energi yang digunakan, yaitu:

1. *Guaranteed Savings*

ESCO menjamin pencapaian target penghematan energi kepada konsumen namun pembiayaan ditanggung oleh klien. ESCO menyediakan desain, pengadaan jasa konstruksi, dan menerima bayaran atas jasa tersebut. Jika penghematan tidak sesuai dengan yang dijamin, maka ESCO wajib mengkompensasi perbedaan tersebut. Model ini menggunakan kontrak Model Saving Performance Contracting.

2. *Shared Savings*

ESCO bertanggung jawab risiko kredit maupun risiko kinerja (sudah termasuk pembiayaan dalam paket pelayanan ESCO). Model ini menggunakan kontrak Model Energy Performance Contracting. (Profil Investasi Efisiensi Energi, 2013).

2.1.1 Jenis Skema ESCO

Dalam proyek efisiensi yang dikerjakan oleh ESCO, terdapat dua jenis skema proyek yaitu *Solicited* dan *Unsolicited*, dimana kedua jenis ini memiliki perbedaan, sebagai berikut:

1. *Solicited* (Proyek Inisiatif Pemerintah)

Skema *Solicited* merupakan proses investasi penyelenggaraan proyek pada sektor tertentu, yang berdasarkan ide proyek dari inisiasi kementerian atau pemerintah atau pemilik proyek.

2. *Unsolicited* (Proyek Inisiatif Swasta)

Skema ini adalah proyek kerjasama yang diajukan oleh badan usaha swasta diluar proyek yang diajukan pemerintah atau belum termasuk dan terdaftar dalam rencana pokok (Master Plan) di sektor terkait.

2.1.2 ESCO di Tiap Negara

ESCO di Indonesia sudah dimulai mulai tahun 2001, namun masih dijalankan secara mandiri oleh pihak swasta di bidang efisiensi penerangan jalan umum dan belum menggunakan naman ESCO. Penggunaan nama ESCO sendiri baru digunakan di sekitaran tahun 2011, ketika terbentuknya “Asosiasi Perusahaan Penunjang Konservasi Energi Indonesia” (Indoneisa ESCO Association) atau lebih dikenal dengan APKENINDO. Regulasi tentang ESCO sendiri didukung peraturan Pemerintah No. 14 Tahun 2012 tentang Manajemen Energi serta PP. No. 70 Tahun 2009 Pasal 12, yang berbunyi “Pengguna sumber energi dan energi yang menggunakan sumber energi dan / atau $\geq 6,000$ TOE/Tahun wajib menerapkan manajemen energi. Sehingga secara langsung pemerintah mewajibkan berbagai industri dari berbagai lini yang masuk dalam kriteria tersebut untuk melakukan efisiensi energi. Namun sayangnya hal ini tidak diikuti oleh pemahaman di sektoril. Sehingga penerapan efisiensi energi kurang diketahui, dan berefek pada proyek efisiensi energi yang sering tidak terlaksana.

Selain di Indonesia penerapan ESCO juga sudah ada di berbagai lini. Di Amerika terdapat asosiasi ESCO, yaitu National Association of Energy Service Company (NAESCO). Asosiasi ini memfasilitasi ESCO di Amerika dalam hal

advokasi dan akreditasi. Sedangkan untuk regulasi di Amerika mengenai ESCO, sudah diatur secara khusus dan jelas oleh pemerintah Amerika, dimana terdapat Federal Energy Management Program (FEMP) yang menjadi bagian dari U.S Department of Energy. Departemen ini mengatur segala sesuatu yang berhubungan dengan ESCO, mulai dari pengertian ESCO, scope dari ESCO, standar yang digunakan, kontrak, hingga sistem keuangan.

Di China ESCO sudah dimulai sejak pertengahan tahun 1990-an sebagai bagian dari rencana pemerintah pusat China dengan dukungan dari bank dunia, sehingga regulasi di China sudah mengatur mengenai ESCO secara jelas. Terlebih lagi pada tahun 2010, China mewajibkan efisiensi energi. Selain itu pemerintah China sangat memberikan dukungan terhadap ESCO, salah satunya ditunjukkan dengan kewajiban efisiensi energi (EEO) pada perusahaan yang mengoperasikan jaringan transmisi, distribusi listrik, dan memasok listrik ke pengguna akhir. Hingga tahun 2011 sudah terdapat 3900 ESCO di China yang menangani proyek di berbagai lini industri di bidang efisiensi energi.

Di Korea ESCO diperkenalkan untuk memperluas kebijakan konservasi energi. Dimana bidang proyek utama ESCO meliputi investasi fasilitas hemat energi, layanan pemeliharaan, dan pemantauan manajemen energi. Program ESCO dimulai pada tahun 1992 dan terus berkembang, hingga pada tahun 2011 sebanyak 235 ESCO telah terdaftar.

2.2 Manajemen Risiko

Manajemen risiko merupakan proses sistematis dan pendekatan proaktif untuk mengambil alih kontrol atas proyek dengan cara menganalisis, memahami atau mengurangi ketidakpastian yang tidak diketahui (Rita Mulcahy, 2010). Risiko mempengaruhi besarnya deviasi tujuan suatu proyek dengan realisasi di lapangan (Raftery, 1986). Risiko dapat terjadi pada semua proyek, risiko tidak bisa diabaikan namun risiko dapat dikurangi, dipindahkan pada pihak lain dan dapat dikontrol. Namun risiko tidak dapat diabaikan begitu saja. Maka untuk memahami risiko dan

sistematis cara menganalisis, mitigasi dan mengontrolnya secara sistematis agar tujuan proyek dalam lingkup biaya, waktu dan kualitas dapat tercapai.

Dalam *Risk Management* (Rita Mulcahy, 2010) menjelaskan gambaran umum mengenai manajemen risiko. Merencanakan manajemen risiko (*Plan Risk Management*) proses ini fokus pada menentukan bagaimana manajemen risiko akan dilakukan atau diterapkan dalam proyek, siapa saja yang terlibat, dan prosedur yang akan digunakan. Mengidentifikasi risiko (*Risk Identification*) pada proses ini para *stakeholder* terlibat dalam pembuatan daftar rinci mengenai risiko (ancaman dan peluang). Melakukan analisis risiko kualitatif (*Perform Qualitative Risk Analysis*) proses ini meliputi proses menganalisis secara subyektif risiko yang diperoleh pada fase identifikasi risiko dan menentukan risiko manakah yang menjamin atau dapat diprioritaskan untuk direspon. Melakukan analisis risiko kuantitatif (*Perform Quantative Risk Analysis*) fase ini dilakukan jika diperlukan, proses ini dilakukan untuk menganalisis secara numerik probabilitas dan efek secara spesifik dari risiko secara keseluruhan. Merencanakan respon risiko (*Plan Risk Responses*) proses ini menentukan apa yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko keseluruhan proyek dengan cara menurunkan nilai probabilitas dan/atau dampak dari ancaman serta meningkatkan tingkat probabilitas dan/atau dampak peluang. Monitor dan Kontrol Risiko (*Monitor and Control Risk*) pada proses ini rencana respon risiko dilaksanakan pada risiko yang terjadi sepanjang proyek. Ini termasuk mencari penyebab risiko, identifikasi risiko baru, dan mengevaluasi efektivitas respon risiko.

Menurut PMBOK (2008) Manajemen Risiko menyoroti berbagai tindakan, mengidentifikasi (*Risk identification*), menilai (*Risk Assessment*), pengontrolan dan meminimalkan risiko (*Risk Minimise and Control*) yang mungkin terjadi. Tujuan diadakannya manajemen risiko dalam penilaian proyek adalah untuk suatu proses evaluasi dan pengoptimalan tujuan dari proyek. Perencanaan awal memiliki kemungkinan untuk berbeda hasil dengan sebagian perencanaan. Pendekatan yang diambil dari penilaian proyek akan membantu manajer proyek didalam proses pengambilan keputusan.

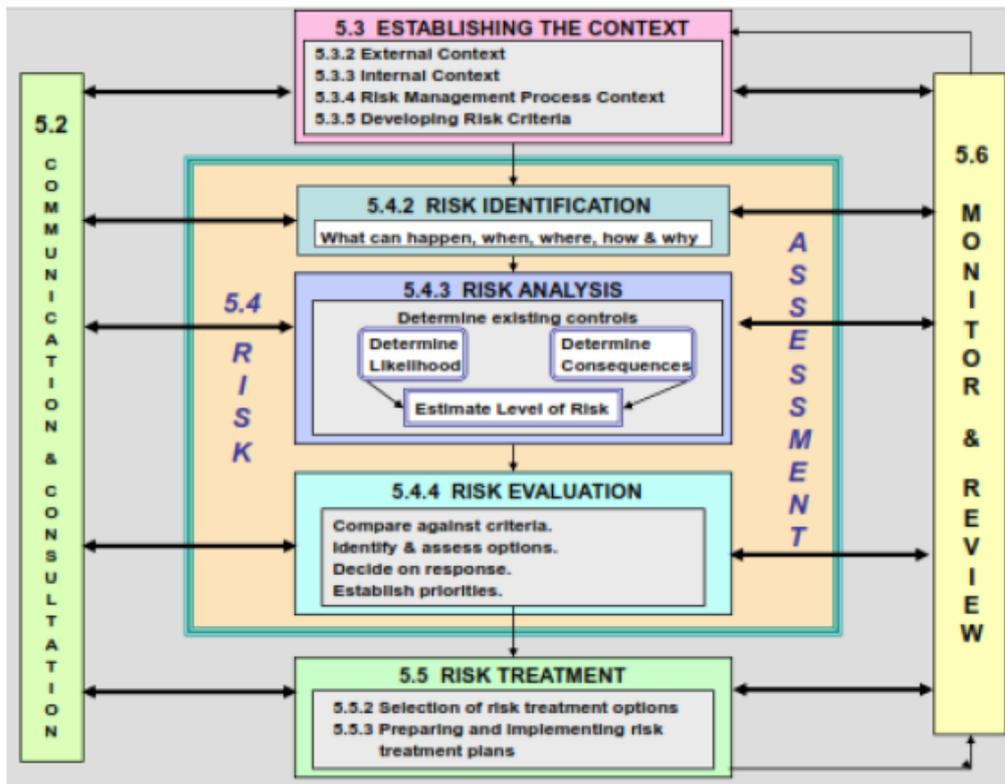
2.2.1 SNI ISO 31000

ISO 31000 adalah panduan penerapan risiko yang terdiri dari tiga elemen, yaitu prinsip (*principle*), kerangka kerja (*framework*), dan proses (*process*). Dalam ISO 31000 menekankan bahwa tujuan manajemen risiko yaitu menciptakan dan melindungi nilai. Tujuan ini dapat diwujudkan dengan cara meningkatkan kinerja, tata kelola dan harus terintegrasi di dalam proses. Komitmen dan kepemimpinan dari manajemen serta keterlibatan aktif dari seluruh tim dibutuhkan dalam penerapan manajemen risiko, Skema manajemen risiko pada ISO 31000:2018 terdiri dari 3 elemen yaitu:

1. Penciptaan dan perlindungan nilai (*value creation and protection*) ini dalam elemen prinsip (*principle*) atau dasar filosofi manajemen risiko. Delapan prinsip tersebut adalah terintegrasi, terstruktur dan komprehensif, disesuaikan, inklusif, dinamis, informasi terbaik yang tersedia, faktor manusia dan budaya serta perbaikan yang berkelanjutan.
2. Kepemimpinan dan komitmen (*leadership and commitment*) ini dalam elemen kerangka kerja (*framework*). Elemen tersebut adalah kepemimpinan dan komitmen, integrasi, desain, implementasi, evaluasi dan perbaikan.
3. Proses manajemen risiko (*process*) ini diawali dengan penilaian risiko, identifikasi risiko, analisis risiko, evaluasi risiko, dan perlakuan risiko. Proses adalah aktivitas pengelolaan risiko yang berurutan dan saling terkait.

2.2.2 Proses Manajemen Risiko

Proses manajemen risiko menurut ISO 30001:2018 terdapat beberapa tahapan proses. Dalam proses manajemen risiko menurut SNI 31000, terdapat beberapa tahapan atau proses yang meliputi penetapan suatu konteks, identifikasi risiko, analisis risiko, evaluasi risiko, perlakuan risiko, pemantauan dan tinjauan. Seperti ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Proses Manajemen Risiko (ISO 30001:2018)

2.2.3 Komunikasi dan Konsultasi

Merupakan proses interaktif berupa tukar menukar informasi dan pendapat mengenai risiko dan pengelolaannya antar fungsi dan para pemangku kepentingan terkait. Dimana dapat membantu dalam memahami risiko dan mengambil keputusan secara tepat dalam perlakuan risiko. Semua pihak yang terlibat dalam proyek memiliki tanggung jawab penuh, sehingga komunikasi dan konsultasi menjadi aspek yang sangat penting.

2.2.4 Lingkup, Konteks dan Kriteria

1. Ruang Lingkup

Bertujuan menyesuaikan manajemen risiko, memungkinkan penilaian risiko dan perlakuan risiko secara sesuai dan efektif.

2. Konteks

Mempengaruhi bagaimana sebuah organisasi untuk dapat mengelola risiko. Konteks dipertimbangkan pada saat mengembangkan kriteria risiko antara lain, budaya sosial politik maupun regulasi atau perundang – undangan yang berlaku. Proyek harus dapat mempertimbangkan faktor faktor tersebut, namun konteks dapat berubah sesuai dengan sasaran dan tujuan, strategi, ruang lingkup, kegiatan dari masing masing perusahaan. Selain itu faktor internal dan eksternal juga harus diperhatikan.

3. Kriteria

Tujuan dan ruang lingkup menjadi acuan dalam menentukan kriteria risiko, begitu pula dengan kerangka manajemen risiko. Kriteria menunjukkan tujuan dan sumber daya dari proyek serta kebijakan perusahaan. Menurut ISO 31000:2018, dalam menetapkan kriteria perlu mempertimbangkan:

- Sifat dan jenis ketidakpastian yang dapat mempengaruhi hasil atau tujuan.
- Bagaimana konsekuensi dan kemungkinan yang terjadi.
- Bagaimana tingkat dan urutan risiko ditentukan.
- Kapasitas perusahaan.

2.2.5 Identifikasi Risiko

Tujuan dari identifikasi risiko adalah menemukan, mengenali dan menggambarkan risiko yang dapat membatu atau mencegah organisasi mencapai tujuannya. Proses identifikasi risiko mencakup identifikasi sebab risiko (*risk cause*), kejadian risiko (*risk event*) dan juga dampak risiko (*risk impact*) yang dapat menghambat sasaran perusahaan. Menurut ISO 31000:2018 dalam melakukan identifikasi risiko harus mempertimbangkan beberapa faktor:

1. Sumber Risiko
2. Penyebab dan jenis kejadian
3. Ancaman dan peluang
4. Kemampuan dan sumber daya
5. Perubahan konteks internal dan eksternal

2.2.6 Analisis Risiko

Proses ini bertujuan untuk memahami sifat dan karakteristik risiko termasuk tingkat risikonya. Menurut ISO 31000:2018 terdapat dua jenis teknik dalam menganalisis risiko:

1. Analisis Kualitatif
2. Analisis Kuantitatif

2.2.6.1 Analisis Risiko Kualitatif

Berdasar ISO 31000:2018 analisis risiko secara kualitatif adalah metode untuk melakukan prioritas terhadap daftar risiko yang telah teridentifikasi untuk penanganan selanjutnya. Proyek dapat meningkatkan kinerja secara efektif dan fokus terhadap risiko yang tertinggi. Analisis kualitatif akan menggunakan skala rendah, sedang dan tinggi untuk menunjukkan kemungkinan terjadinya peristiwa risiko, seperti pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Prioritas Risiko Berdasarkan ISO 31000:2018

Level Risiko	Berdasar Risiko	Warna
Sangat Tinggi (5)	20 -25	Merah
Tinggi (4)	16 - 19	Oranye
Sedang (3)	12 -15	Kuning
Rendah (2)	6 -11	Hijau
Sangat Rendah (1)	1 -5	Biru

Tabel diatas menunjukkan 5 level risiko dalam menganalisis sebuah risiko, dan masing masing menunjukkan level sesuai dengan warnanya.

2.2.6.2 Analisis Risiko Secara Kuantitatif

Analisis risiko ini bersifat numerik dengan mengidentifikasi efek lain dari risiko keseluruhan proyek yang telah teridentifikasi. Tahapan ini dilakukan setelah risiko dianalisis secara kualitatif. Analisis ini menghasilkan prioritas dan daftar risiko dari peluang kejadian serta pengaruh pada proyek.

Ketika peluang dan dampak telah teridentifikasi, maka dilakukan analisis evaluasi untuk mengetahui risiko prioritas yang harus ditangani. Penilaian diberikan nilai dari skala 1 sampai dengan 5 untuk tiap analisis peluang kejadian dan dampaknya. Hasil dari perkalian tersebut dapat diketahui level risiko (*risk level*) dan skala prioritas berdasar nilainya, sesuai dengan tabel 2.2.

Tabel 2.2 Matriks Analisis Risiko ISO 31000:2018

Matriks Analisis Risiko			Level Dampak				
			1	2	3	4	5
			Tidak Signifikan	Kecil	Sedang	Besar	Katastrofi
Level Kemungkinan	5	Hampir Pasti	9	15	18	23	25
	4	Kemungkinan Besar	6	12	16	19	24
	3	Mungkin	4	10	14	17	22
	2	Jarang	2	7	11	13	21
	1	Sangat Jarang	1	3	5	8	20

Tingkat risiko ditunjukkan oleh warna pada tabel, biru sebagai risiko sangat ringan, hijau sebagai risiko ringan, kuning risiko sedang, oranye sebagai risiko tinggi, merah sebagai risiko sangat tinggi.

2.3 Penilaian Risiko (*Risk Assement*)

Risiko adalah kemungkinan terjadinya peristiwa yang dapat merugikan perusahaan atau menurut (Mulcahy, 2010), kemungkinan kejadian yang dapat berdampak positif atau negatif terhadap suatu proyek. Sedangkan definisi risiko dari IMO (2007) adalah sebagai kombinasi dari frekuensi dan sebuah konsekuensi atau tingkat kerusakan yang ditimbulkan. Dimana frekuensi yang dimaksud adalah jumlah kejadian kecelakaan yang dihitung per satuan waktu tertentu dan konsekuensi yang dimaksud merupakan dampak yang muncul akibat kecelakaan.

Sehingga kemungkinan terjadinya risiko dan akibatnya terhadap bisnis merupakan hal mendasar untuk diidentifikasi dan diukur (Sirait dan Susanty, 2016).

Berdasarkan penjelasan dalam Det Norske Veritas (2002) terminologi untuk studi risiko diantaranya adalah:

1. Analisis risiko - estimasi risiko dari kegiatan dasar yang dilakukan.
2. Penilaian risiko - review untuk penerimaan berdasarkan perbandingan dengan standar risiko atau kriteria risiko, dan pengadilan berbagai langkah pengurangan risiko.
3. Manajemen risiko - proses pemilihan langkah-langkah pengurangan risiko yang tepat dan menerapkannya dalam pengelolaan kegiatan.

Penilaian risiko merupakan suatu bidang pengembangan untuk memperbaiki operasional bisnis dan paparan risiko oleh para pengguna dalam pengambilan keputusan (Mousavi, Ghazi dan Omarae, 2016). Penilaian risiko merupakan bagian dari manajemen risiko yang menyediakan proses terstruktur yang mengidentifikasi bagaimana tujuan mungkin terpengaruh dan menganalisis risiko dalam hal konsekuensi dan probabilitas mereka sebelum memutuskan apakah diperlukan perawatan lebih lanjut.

Tujuan dari penilaian risiko adalah untuk menilai apakah suatu risiko dapat diterima dan dinyatakan aman pada suatu kasus tertentu atau tidak. Proses penilaian risiko dilakukan untuk mengidentifikasi seluruh kemungkinan buruk yang mungkin dapat membahayakan kesehatan manusia, lingkungan, proses produksi, maupun peralatan karena aktivitas manusia dan teknologi. Langkah pertama dari penilaian risiko adalah identifikasi bahaya dan dampak dari bahaya tersebut, siapa saja dan apa saja yang akan terkena dampak dari bahaya tersebut. Langkah berikutnya menentukan frekuensi kejadian atau kemungkinan terjadinya bahaya tersebut atau seberapa sering kejadian tersebut terjadi, karena risiko adalah kombinasi dari konsekuensi dan probabilitas. Langkah terakhir adalah melakukan evaluasi risiko, berdasarkan (BS ISO 31000, 2018) tujuan dari evaluasi risiko untuk mendukung keputusan dengan membandingkan hasil dari analisis risiko dengan kriteria risiko yang telah ditetapkan. Definisi risiko secara sistematis dapat dirumuskan dengan formula 1.1 berikut:

$$\text{Risk} = (\text{event likelihood}) \times (\text{even consequence}) \quad (1.1)$$

Organisasi harus memilih metode yang tepat untuk mengidentifikasi, menganalisis dan mengevaluasi risiko yang dapat mengakibatkan gangguan.

ISO 31000 menetapkan prinsip-prinsip manajemen risiko dan pedoman terkait. Unsur unsur yang dimaksud standard ini adalah sebagai berikut:

1. Penentuan kriteria untuk penerimaan risiko: organisasi harus menggambarkan keadaan dimana ia bersedia untuk menerima risiko,
2. Identifikasi tingkat risiko yang dapat diterima: apapun pendekatan penilaian risiko yang dipilih, organisasi harus mengidentifikasi tingkat risiko yang dianggap dapat diterima,
3. Analisis risiko: pendekatan penilaian risiko organisasi harus membahas konsep konsep berikut:
 - a. Ancaman khusus dapat digambarkan sebagai peristiwa atau tindakan yang dapat, pada titik tertentu, menyebabkan dampak pada sumber daya, misalnya ancaman seperti kebakaran, banjir, kegagalan daya, kehilangan staf, ketidakhadiran staf, virus komputer dan kegagalan perangkat keras.
 - b. Kerentanan mungkin terjadi sebagai kelemahan dalam sumber daya dan mungkin pada titik tertentu dieksploitasi oleh ancaman, misalnya titik tunggal kegagalan, kekurangan dalam perlindungan kebakaran, ketahanan listrik, tingkat staf, keamanan dan ketahanan TI.

Risk assessment saat ini merupakan teknologi yang telah terbukti bagi operator untuk mengatasi bahaya yang lebih besar dengan cara yang terstruktur, dan untuk memastikan risiko telah dikurangi ke tingkat biaya yang sesuai secara efektif.

Dalam melakukan proses penilaian risiko (*risk assement*) banyak metode yang bisa digunakan. Dimana penggunaan metode harus disesuaikan dengan arah dan tujuan dari penelitian.

2.4 *Fault Tree Analysis (FTA)*

Fault tree analysis pertama kali diperkenalkan di Laboratorium Bell dan merupakan salah satu metode yang paling banyak digunakan dalam sistem keandalan, pemeliharaan, dan analisis keselamatan. FTA merupakan prosedur deduktif yang digunakan untuk menentukan berbagai kombinasi hardware dan software serta kegagalan manusia (disebut top event) sebagai tingkatan dalam sistem FTA (Kocecioğlu, 1991).

Menurut Kocecioğlu (1991), FTA merupakan suatu analisis pohon kesalahan secara sederhana yang dapat diuraikan sebagai suatu teknik analitis. Pohon kesalahan adalah suatu model grafis yang menyangkut berbagai paralel dan berbagai kombinasi percontohan kesalahan-kesalahan yang akan mengakibatkan kejadian dari peristiwa tidak diinginkan yang sudah didefinisi sebelumnya atau juga dapat diartikan merupakan gambaran hubungan timbal balik yang logis dari peristiwa-peristiwa dasar yang mendorong kearah peristiwa yang tidak diinginkan menjadi peristiwa puncak dari pohon kesalahan tersebut. Analisis fault tree memiliki nilai penting dalam penyelesaian sebagai berikut (Kocecioğlu, 1991):

1. Menganalisis kegagalan sistem.
2. Mencari aspek-aspek dari sistem yang terlibat dalam kegagalan utama.
3. Membantu pihak manajemen mengetahui perubahan dalam sistem.
4. Membantu mengalokasikan penganalisis untuk berkonsentrasi pada bagian kegagalan dalam sistem.
5. Membantu memberikan pilihan kualitatif, yang sama baiknya dengan kuantitatif, pada analisis sistem keandalan.
6. Membantu penganalisis menggunakan pengetahuannya untuk masuk dalam perilaku sistem.

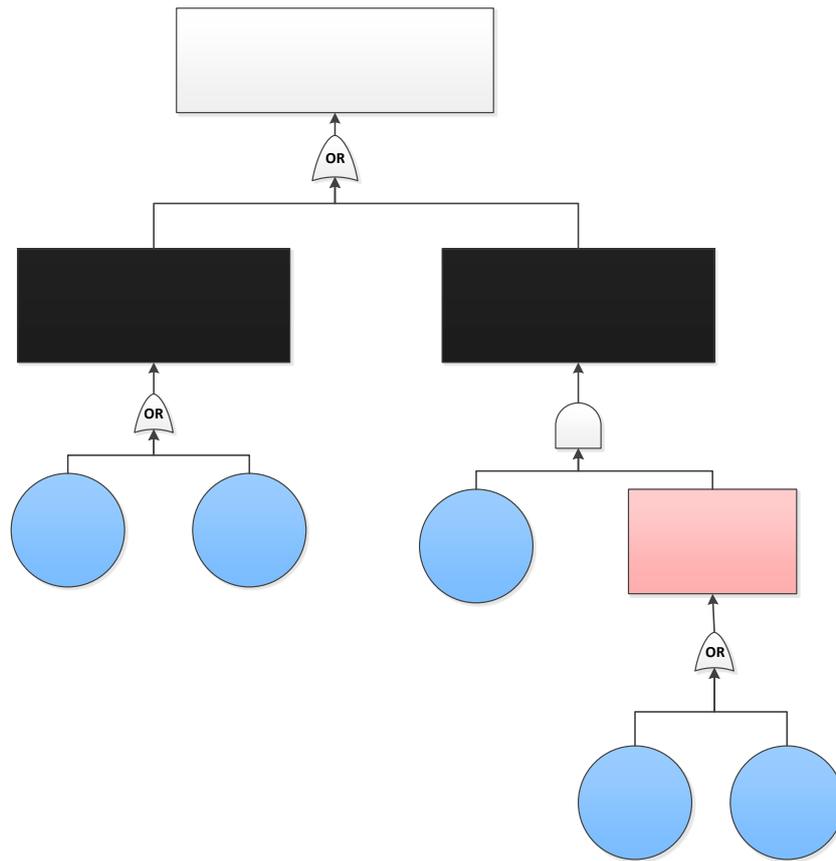
FTA bersifat *top-down*, yang artinya analisis yang dilakukan dimulai dari kejadian umum (kerusakan umum) selanjutnya penyebabnya (khusus) dapat ditelusuri. FTA mengilustrasikan keadaan dari komponen sistem (*basic event*) dan hubungan antara *basic event* dan *top event*. *Logic Gate* digunakan sebagai symbol digram yang menghubungkan gerbang logika. Dimana *event* yang masuk ke gerbang logika menjadi penentu dari output dari gerbang logika tersebut. FTA memiliki

output berupa peluang munculnya kejadian paling penting dalam sistem dan menemukan pokok permasalahan atau penyebab dari terjadinya permasalahan tersebut. Akar permasalahan tersebut kemudian digunakan untuk memperoleh prioritas perbaikan yang tepat.

Menurut Brown (1976), ada beberapa definisi dasar yang harus diketahui dalam pembahasan *fault tree analysis*, diantaranya adalah:

1. Event adalah sesuatu yang terjadi dalam sistem. Mempunyai dua modus, yaitu terjadi atau tidak.
2. Fault event adalah sebuah event dimana satu dari dua modusnya adalah kejadian yang tidak normal, sehingga mengakibatkan kegagalan atau kesalahan.
3. Normal event adalah sebuah event yang kedua modusnya diharapkan dan cenderung terjadi pada waktu tertentu.
4. Basic event adalah sebuah event yang kedua modusnya diharapkan dan cenderung terjadi pada waktu tertentu.
5. Event primer adalah sebuah event yang disebabkan oleh sifat di dalam komponen itu sendiri.
6. Event sekunder adalah event yang disebabkan oleh sumber dari luar.
7. Head event adalah event pada puncak fault tree yang dianalisis, mengakibatkan terjadinya kegagalan.

Penggambaran FTA dimaksudkan untuk mengetahui hubungan yang jelas antara *basic event* dan *top event* yang telah ditentukan sebelumnya (gambar 2.2). Dimana cara pembuatan FTA dimulai dari *top event*, kemudian ke *event* dan berlanjut hingga ke *basic event*.



Gambar 2.2 Contoh Bagan Fault Tree Analysis

Dalam menggambarkan *fault tree* digunakan simbol standar untuk mempermudah analisis. Simbol yang dipakai dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Simbol *fault tree*
(Sumber: Kocecioglu, 1991)

Primary Event Symbol	Keterangan
Basic Event 	Menggambarkan suatu basic initiating fault yang tidak memerlukan pengembangan atau uraian lebih lanjut
Conditioning Event 	Kondisi spesifik atau batasan yang digunakan untuk logic gate apapun (biasanya diutamakan digunakan pada 'priority and' dan 'inhibit gate')

Undeveloped Event 	Suatu 'fault event' yang tidak diperiksa lebih lanjut karena keterbatasan informasi/informasi tidak tersedia
External Event 	Suatu event yang sudah ada/exist terlebih dahulu yang mendukung terjadinya kegagalan
Primary Event Symbol	Keterangan
And Gate 	Menunjukkan bahwa output event akan terjadi jika dan hanya jika semua input event ada/terjadi (exist)
Or Gate 	Menunjukkan bahwa output event akan terjadi jika satu atau lebih input event ada/terjadi (exist)
Inhibit Gate 	Menunjukkan bahwa output event akan terjadi jika input events ada dan inhibit condition terpenuhi
Priority And 	Fault output akan terjadi jika semua fault input terjadi dengan berurutan
Intermediate Event Symbol	Keterangan
Intermediate Event 	Suatu fault tree yang dihasilkan dari interaksi kejadian kegagalan lainnya yang disusun menggunakan 'logic gate'

Transfer Symbol	Keterangan
Transfer Symbol 	Menunjukkan bahwa fault tree berhubungan lebih lanjut dengan fault tree di lembaran halaman lain

- Menetapkan kejadian puncak (*top event*) yang telah ditentukan sebelumnya.
- Menentukan *intermediate event* tingkat pertama terhadap kejadian puncak.
- Menentukan hubungan *intermediate event* tingkat pertama terhadap kejadian puncak.
- Menentukan hubungan *intermediate event* tingkat pertama ke *top event* dengan menggunakan gerbang logika (*logic gate*).
- Menentukan *intermediate event* tingkat pertama dengan menggunakan gerbang logika.
- Melanjutkan hingga ke proses *basic event*.

2.4.1 Minimal Cut Set

Untuk menentukan minimal cut set yang digunakan pada FTA adalah metode MOCUS (*Method Obtain Cut Set*). MOCUS merupakan sebuah algoritma yang dipakai untuk mendapatkan minimal cut set, menurut Clemens (2002) cut set adalah kombinasi pembentuk pohon kesalahan, yang mana bila semua terjadi akan menyebabkan peristiwa puncak terjadi. Cut Set digunakan untuk mengevaluasi diagram pohon kesalahan dan diperoleh dengan menggambarkan garis melalui blok dalam sistem untuk menunjukkan jumlah minimum blok gagal yang menyebabkan seluruh sistem gagal.

Namun kombinasi peristiwa kecil bukanlah penyebab terjadinya kegagalan atau peristiwa puncak. Oleh karena itu, untuk mengetahuinya diperlukan minimal cut set. Minimal cut set ini adalah kombinasi peristiwa terkecil yang membawa peristiwa yang tidak diinginkan (Billinton et al, 1992).

Jika satu dari peristiwa dalam minimal cut set tidak terjadi, maka peristiwa puncak tidak akan terjadi. Dengan kata lain minimal cut set adalah faktor penyebab paling kecil yang memiliki potensi untuk menyebabkan peristiwa puncak atau kejadian yang tidak diinginkan.

Evaluasi kuantitatif *fault tree* yang digunakan dengan menggunakan pendekatan perhitungan langsung yang bersifat *bottom-up approach*. Pendekatan numerik ini berawal dari level hirarki terendah dan mengkombinasikan semua probabilitas dari event yang ada pada level ini dengan menggunakan logic gate yang tepat dimana event-event ini dikaitkan. Kombinasi probabilitas ini akan memberikan nilai probabilitas dari *intermediate event* pada level hirarki di atasnya sampai *top event* dicapai.

Pada *fault tree analysis* terdapat gerbang OR dan AND, dimana gerbang OR adalah gerbang yang menggambarkan gabungan dari kejadian yang ada pada masalah yang diangkat. Gerbang OR ekuivalen dengan symbol "+". Untuk n kejadian masukan yang digambarkan pada gerbang OR ekuivalen dengan rumus $T = C1 + C2 + \dots + Cn$ untuk T adalah kejadian output (Probabilitas) dan C1, C2, ..., Cn merupakan kejadian masukan (Vesely dkk.2009). Sedangkan gerbang AND adalah gerbang yang menggambarkan irisan dari kejadian. Gerbang AND ekuivalen dengan symbol ".". Untuk n kejadian masukan pada gerbang AND ekuivalen dengan rumus $T = C1 * C2 * \dots * Cn$. Pada *fault tree* "0" diartikan sebagai kejadian gagal yang tidak terjadi dan "1" diartikan sebagai kejadian gagal yang terjadi.

2.5 Penelitian Terdahulu

1. *Risk Management for Energy Efficiency Projects in Developing Countries*, Paul R Kleindorfer (2011), Menjabarkan manajemen risiko pada proyek efisiensi energi (EE) di negara berkembang, titik awal dari makalah ini adalah bahwa potensi proyek EE pada bidang industri sangatlah besar, namun sangat sedikit industri yang menerapkan EE tersebut. Data didapatkan dari survey dan juga *expert judgement*. Empat masalah utama yang teridentifikasi sebagai penyebab kegagalan melaksanakan proyek

- tersebut adalah sebagai berikut: 1. Kurangnya pendekatan secara rasional dan layak untuk pembiayaan proyek ini, 2. Kurangnya pendekatan dari pihak internal perusahaan pengguna EE, ke pihak ESCO, sehingga ESCO tidak dapat mengidentifikasi dan mengimplementasi EE ketika “Pabrik Berjalan” 3. Risiko yang tinggi pada proyek ini, 4. Manajemen tidak mengetahui tentang adanya proyek dan dampak dari EE.
2. *An ANP-SWOT Approach fo ESCOs Industry Strategies in Chinese Building Sectors*, Guiwen Liu, Saina Zheng, Pengpeng Xu, Taozhi Zhuang (2018), Penelitian ini menganalisis potensi penggunaan EE oleh ESCO di sektor bangunan dan merumuskan pengembangan strategi untuk ESCO di negara China. Metode analisis yang digunakan adalah ANP-SWOT, karena dinilai sangat layak dan mampu memberikan wawasan strategis, berupa: 1. Memperkuat insentif ekonomi, 2. Membangun kredit EPC, 3. Mempromosikan inovasi teknologi, 4. Memperluas penyebaran informasi, 5. Mempromosikan inovasi, 6. Melakukan kebijakan dan UU standar, 7. Menyesuaikan harga energi.
 3. *Analysis of Barriers and Drivers for The Development of The ESCO Markets in Europe*, Paolo Bertoldi, Benignan Boza-Kiss (2017), pada penelitian ini meninjau pertumbuhan industri ESCO di negara anggota EU dan negara tetangga, dengan menggunakan metode survey dan *literature review*. Yang bertujuan untuk menegetahui karakteristik pada proyek efisiensi energi ESCO di tiap negara sehingga dapat meningkatkan keberhasilan proyek efisiensi energi ESCO. Karakteristik dari ESCO pada tahun 2013 adalah sebagai berikut: 1. Klien memerlukan informasi tambahan tentang penawaran spesifik dan jenis kontrak yang ditawarkan, sehingga konsep ESCO dapat dikenal dan dipahami. 2. Klien secara aktif mencari pemasok, menentukan kebutuhan dan persyaratan mereka. 3. Ada bentuk kontrak alternatif, beberapa di antaranya tersedia dalam format standar atau didukung dengan buku pedoman yang disiapkan oleh organisasi independen tetapi dengan keterlibatan pemangku kepentingan pasar. 4. Ada solusi keuangan alternatif. 5. Biaya transaksi rendah. 6. Ada fasilitator, dimana dapat membantu klien dalam memutuskan penawaran

yang tersedia dan asosiasi ESCO melakukan promosi umum, pelatihan, sertifikasi, dll. 7. Kerangka kerja kebijakan tidak menghalangi proyek efisiensi energi ESCO

4. *An International Survey of The Energy Service Company (ESCO) Industry*, Edward Vine (2005), Penelitian mengenai aktivitas ESCO secara internasional. Karena ESCO dirasa memainkan peranan penting dalam efisiensi energi. Metode yang digunakan adalah survey, dimana mengumpulkan informasi mengenai topik-topik utama sebagai berikut: 1. Jumlah ESCO, 2. Sektor utama yang menjadi target ESCO, 3. Empat hambatan penting dalam industry ESCO, 4. Perkiraan nilai proyek yang dilakukan ESCO pada 2001, 5. Masa depan industri ESCO di tiap negara. Berdasarkan data survey, kegiatan ESCO di luar Amerika Serikat pada tahun 2001, berada pada angka \$560 juta sampai dengan \$620 juta. Ini sekitar sepertiga dari pendapatan ESCO di Amerika Serikat untuk tahun yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa ESCO sudah mulai diminati oleh industri, namun demikian ada beberapa hambatan yang dialami seperti kebijakan dari pemerintah setempat.
5. *Risk Analysis of Energy Performance Contracting Projects in Russia*, Maria Garbuzova-Schlifter, Reinhard Madlener (2015), Pada penelitian ini menganalisis risiko yang ada pada kontrak EPC yang disusung oleh ESCO, sektor yang dianalisis meliputi industri, layanan perumahan, dan komunal publik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuisioner dan AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Dimana di penelitian ini dapat menyimpulkan, perlunya transparansi pihak ketiga dalam memberikan pinjaman, serta ditingkatkannya kerangka peraturan yang jelas mengenai proyek EPC.
6. *Improved Risk Management Processes for Sout African Industrial ESCOs*. HPR Joubert (2016), pada penelitian ini menggunakan metode survey dan expert judgement sehingga menyimpulkan beberapa masalah yang dihadapi oleh ESCO sehingga gagal di lini bisnisnya 1. Proyek efisiensi energi memiliki siklus proyek yang panjang dan pembiayaan tinggi, 2. Nilai penghematan energi yang diusulkan memiliki margin kesalahan yang sangat

sempit, sehingga meningkatkan risiko terjadinya kesalahan yang mempengaruhi proyek, 3. Sebagian besar negara tidak memiliki kebijakan dan undang-undang yang mempromosikan efisiensi energi. Dari risiko yang ada, dilakukan peningkatan menggunakan ISO 31000 dan menggunakan sistem IDM Funding model untuk peningkatan dalam hal pembiayaan.

Selain penelitian ESCO diatas, juga terdapat beberapa penelitian mengenai manajemen risiko. Dimana penelitian tersebut menjadi acuan dalam penentuan metode yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. *Risk Management in Implementing Wind Energy Project*, Yurii Rolik (2017), Penelitian ini menganalisis mengenai risiko yang terdapat pada proyek energi bayu (*wind energy*), dimana risiko dianalisis secara internal maupun eksternal. Metode yang digunakan berupa SWOT dan Mckinsey Matrix. Risiko yang dihadapi oleh proyek ini adalah 1. Project Risk dimana 75% berasal dari kesalahan teknik 15% kesalahan partisipan dan 10% akibat kesanggupan dukungan pemerintah, 2. Market Risk dimana harga listrik masih ditentukan oleh regulator tanpa mempertimbangkan efisiensi energi, 3. Management Risk yang meliputi tipe kepemilikan proyek, manajemen perusahaan, keuangan pemilik, dll.
2. *Analisis Risiko Keterlambatan Proyek Pembangunan Apartemen Di Apartemen Taman Melati Surabaya*, Moch. Afif Rosdianto (2018), Penelitian ini menganalisis faktor atau risiko apa saja yang dapat mempengaruhi keterlambatan suatu proyek konstruksi, dimana metode yang digunakan adalah FTA (*Fault Tree Analysis*) dan ETA (*Event Tree Analysis*), sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor yang mempengaruhi risiko pada keterlambatan proyek konstruksi adalah 1. Owner: Diharapkan dapat mengambil secara cepat dan tepat dalam proses konstruksi proyek, 2. MK: Mengarahkan sistem pada proyek sehingga tepat mutu dan tepat waktu, 3. Kontraktor: Kontrol dan evaluasi terhadap perencanaan sehingga optimal dan efisien.
3. *Analisis Risiko dan Optimasi Kinerja Ipal Rumah Sakit Menggunakan Fault Tree Analysis*, Aria Suparmadja (2015), Metode FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) dan FTA (*Fault Tree Analysis*) digunakan untuk

menganalisis risiko dan optimasi efluen limbah rumah sakit, FMEA digunakan untuk menemukan faktor risiko yang potensial dan FTA digunakan untuk akar penyebab dari permasalahan. Dari penelitian ditemukan bahwa buruknya efluen limbah rumah sakit disebabkan oleh IPAL yang buruk.

4. *Manajemen Risiko Operasional Onshore Processing Facility Dengan Menggunakan Risk Failure Mode and Effect Analysis dan Fault Tree Analysis*, Itsna Affandi Firdaus (2017), meneliti lapangan pengolahan gas alam yang memiliki risiko kegagalan cukup tinggi karena beroperasi terus menerus. Dengan menggunakan FMEA ditemukan 5 metode kegagalan yang kritis, dan dianalisis lebih lanjut menggunakan FTA untuk mengetahui penyebab dari risiko kritis tersebut. Sehingga dapat menentukan strategi yang bisa mengurangi terjadinya kegagalan operasi atau mengurangi dampak kegagalan tersebut

Diharapkan dari hasil analisis dapat diketahui sumber – sumber risiko yang terjadi dan bagaimana tindakan mitigasi yang dilakukan. Penelitian ini bermaksud menambah wawasan keilmuan manajemen risiko proyek pada perusahaan ESCO, sehingga dapat digunakan sebagai metode manajemen risiko bagi perusahaan.

2.6 Posisi Penelitian

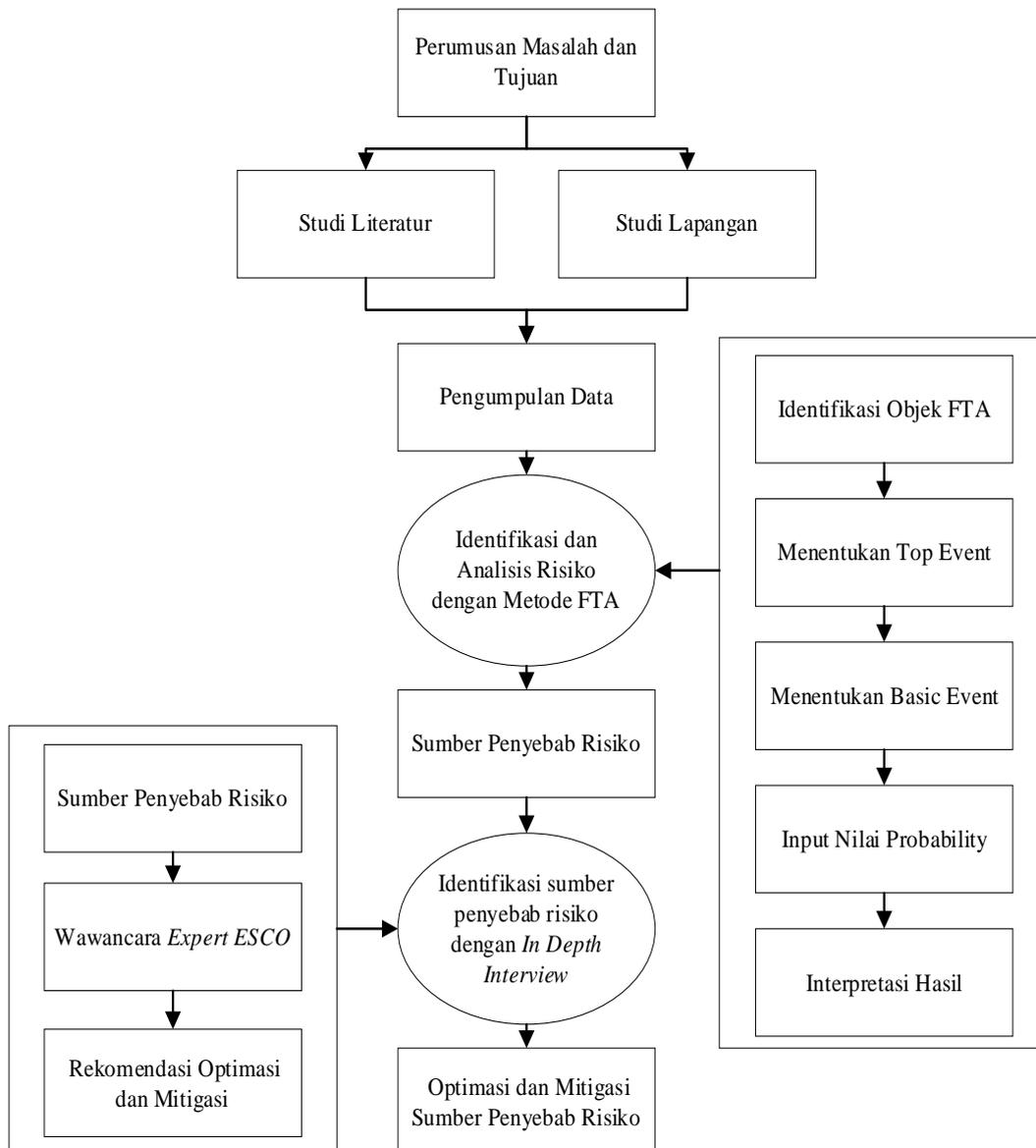
Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah penelitian ini dilakukan pada sektor energi yang berfokus pada efisiensi. Dimana metode *Fault Tree Analysis* digunakan pada proses Pra-Proyek Rasionalisasi PJU ESCO X sehingga dapat meminimalkan risiko tidak terlaksananya proyek efisiensi energi ESCO. Serta pada penelitian ini fokus pada pembahasan strategi dan regulasi seperti ditunjukkan pada tabel 2.4. Selain itu pada tabel 2.4 juga menunjukkan beberapa penelitian yang menjadi referensi dari penelitian ini yaitu:

Tabel 2.4 Posisi Penelitian.

No	Mitigasi Risiko Proyek	Bidang	Metode Analisis						Variabel Pembahasan		
			Survey	Literature Review	Expert Judgement	SWOT	FTA	AHP	Ekonomi	Strategi	Regulasi
1	Paul R. Kleindorfer (2011)	ESCO	v		v				v	v	
2	Guiwen Liu, Saina Zheng, Pengpeng Xu, Taozhi Zhuang (2018)	ESCO	v			v			v		v
3	Paolo Bertoldi, Benignan Boza-Kiss (2017)	ESCO		v					v	v	
4	Edward Vine (2005)	ESCO	v						v		
5	Maria Garbuzova-Schlifter, Reinhard Madlener (2015)	ESCO						v	v		
6	HPR Joubert (2016)	ESCO	v		v					v	v
7	Yuta Fajar (2020)	ESCO		v	v		v			v	v

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Sistematika penulisan bab ini terdiri dari: Konsep Penelitian, data penelitian (sumber data, metode analisis data, metode penelitian), Penelitian ini menggunakan metode *Fault Tree Analysis* yang digunakan dalam menganalisis risiko pada proyek efisiensi energi ESCO.



Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Penelitian

3.1 Konsep Penelitian

Jenis penelitian ini adalah jenis penelitian deskriptif, dimana bertujuan untuk mengumpulkan informasi aktual secara rinci yang melukiskan gejala yang ada, mengidentifikasi masalah atau melihat kondisi yang ada di lapangan. Pada penelitian ini dilakukan penelitian tentang penilaian risiko pada ESCO X di Magetan untuk dapat menilai risiko mana yang paling tinggi guna dapat dimitigasi atau ditangani, sehingga proyek efisiensi energi ESCO dapat berjalan.

Metode yang digunakan untuk pengumpulan data primer berupa kuisisioner dan wawancara terhadap para ahli atau expert yang terlibat pada proyek efisiensi energi ESCO. Pengumpulan data dilakukan pihak yang terkait langsung dengan proyek efisiensi energi ESCO. Data sekunder yang digunakan adalah yang digunakan adalah berdasarkan *literature review* pada proyek efisiensi energi ESCO yang sejenis.

Berdasarkan kualifikasi responden pada 3.3.1, responden yang digunakan dalam proyek ini berjumlah sebanyak 5 orang. Mereka akan diberi kuisisioner dan diwawancara untuk mengetahui permasalahan yang ada. Metode analisis yang digunakan pada proses pengolahan data adalah *Fault Tree Analysis* (FTA), metode ini dirasa paling cocok dengan kondisi pada proyek. Dikarenakan permasalahan utama (*top event*) pada proyek sudah diketahui. Sehingga perlu mencari faktor faktor pembentuk dari permasalahan tersebut, yang belum diketahui secara detail.

3.2 Kualifikasi Responden

Penetapan responden menggunakan *judgment sampling/purposive sampling* yang merupakan *non-probability sampling*, sampel pada ditetapkan oleh peneliti dengan pertimbangan bahwa informasi yang didapat dari sampel tersebut akurat. Karena yang terlibat dalam proyek efisiensi energi ESCO meliputi beberapa elemen, maka Kriteria yang digunakan dalam penentuan sampel ini adalah:

1. Bagian dari manajemen.
2. Mengetahui keadaan/permasalahan proyek efisiensi energi ESCO X
3. Terlibat terlibat langsung dalam proyek efisiensi energi ESCO X

4. Memiliki pengalaman minimal lima tahun dalam bidang efisiensi energi atau proyek efisiensi energi ESCO

Berdasarkan kriteria diatas, maka responden dalam penelitian ini sebanyak 5 orang, kuesioner dibagikan untuk mengetahui faktor risiko yang ada. Responden terdiri dari Direktur, COO, Project Manajer, *Specialist Engineer*.

3.3 Data Penelitian

Pengumpulan data dan informasi dilakukan di ESCO X di Kota Magetan, sebagai berikut:

1. Data Primer

Data risiko pelaksanaan proyek efisiensi energi ESCO berupa risk register atau kumpulan data gangguan yang didapat dari wawancara dan kuisoner. Dengan responden Direktur, COO, dan Supervisor Teknik.

2. Data Sekunder

Data risiko literatur lain dari proyek lain yang ada di industri ESCO atau sejenis.

3.4 Proses Penelitian

Setelah mendapatkan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, selanjutnya dilakukan analisis dengan beberapa metode berikut:

3.4.1 Studi Literatur

Literatur pendukung sangat dibutuhkan dalam penulisan penelitian ini, dimana berfungsi sebagai bahan untuk pengembangan wawasan. Adapun Studi literature yang diperlukan antara lain:

1. Studi mengenai proyek efisiensi energi ESCO.
2. Studi mengenai manajemen proyek, manajemen risiko, dan *risk assessment*.
3. Studi mengenai *Fault Tree Analysis*.

3.4.2 Analisis Risiko

Penelitian ini dilakukan pada fase pra-proyek, dimana dalam mengidentifikasi penyebab risiko pada suatu proyek digunakan metode FTA (*Fault Tree Analysis*). Metode ini memfokuskan untuk mencari penyebab kegagalan tanpa membahas akibat jika risiko itu terjadi. Data yang diperoleh kemudian diolah untuk dapat dilakukan analisa. Penelitian ini fokus kepada identifikasi dan analisis risiko dari proyek. FTA digunakan untuk mengetahui hubungan yang benar antara *basic event* dan *top event* yang telah ditentukan sebelumnya seperti pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 *Basic Event* dari penyebab tidak terlaksananya proyek

Kode Kejadian	Nama Kejadian
A.1.1.1	Minimnya pengetahuan akan keandalan ESCO
A.1.1.2	Tidak jelasnya kebutuhan user untuk proyek
A.1.2.1	Kerjasama <i>unsolicited</i> sebagai hal baru
A.1.2.2	Minimnya peraturan mengenai proyek EE ESCO
A.2.1	Kurang koordinasi oleh user kepada kontraktor
A.2.2	Terlambatnya instruksi yang diberikan oleh <i>user</i>
B.1.1.1	Standar pengadaan PJU yang berbeda tiap daerah
B.1.1.2	Pergantian Stakeholder
B.1.3	Kurangnya kebijakan hukum yang sesuai dengan proyek efisiensi energi ESCO
B.2.1	Kesalahan perhitungan akuntansi
B.2.2.1	Biaya administrasi dan transaksi yang cukup tinggi
B.2.2.2	Kurangnya pendekatan secara rasional dan layak untuk pembiayaan proyek EE ESCO
B.2.2.3	Proyek efisiensi energi ESCO memiliki siklus yang panjang dan pembiayaan tinggi

3.4.3 Studi Lapangan

Untuk mengumpulkan data sebenarnya, studi lapangan sangatlah diperukan, sebagai bahan pendukung hipotesa dari penelitian. Data yang akan diolah berkaitan dengan kondisi eksiting dari organisasi proyek. Data yang diperlukan antara lain:

1. Data jadwal awal dan target pembangunan proyek.
2. Data kontrak terkait proyek.
3. Data hasil kuisisioner dan wawancara kepada para manajemen yang terlibat dalam proyek efisiensi energi ESCO X. Dengan tujuan untuk mendapatkan data terkait penyebab, dampak dan mitigasi pada tidak terlaksananya sebuah proyek efisiensi energi ESCO.

3.5 Teknik Analisis

Data yang diperoleh kemudian akan diidentifikasi dan diolah. Dimana untuk penelitian ini fokus pada proses pra-proyek. Sedangkan untuk metode *Fault Tree Ananlysis* digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis risiko yang menjadi penyebab utama ketidak berhasilan proyek efisiensi energi ESCO tersebut. Kemudian dari hasil analisis menggunakan metode FTA, dilakukan wawancara lanjutan kepada 2 responden tenaga ahli / *expert* terlibat pada proyek efisiensi energi ESCO menggunakan *in depth interview* untuk memvalidasi dan menganalisis secara lanjut risiko yang ada dan dapat melakukan upaya penanganan risiko.

3.5.1 Identifikasi dan Analisis Risiko

Dalam mengidentifikasi penyebab risiko pada suatu proyek efisiensi energi ESCO, dibutuhkan sebuah metode, pada penelitian ini digunakan metode FTA (*Fault Tree Analysis*). Metode ini fokus pada mencari penyebab risiko dan tidak membahas mengenai akibat dari risiko yang terjadi.

Diagram *Fault Tree Analysis* (FTA) adalah sebuah metode yang digunakan untuk menganalisis penyebab dari gagalnya suatu sistem, dimana dalam penilitian ini adalah tidak terlaksananya proyek efisiensi energi ESCO. Tahapan dalam penerapan FTA diawali dengan menentukan permasalahan utama yang akan

digunakan untuk mencari *top event* (peristiwa puncak), keadaan penuh risiko yang teridentifikasi secara spesifik. Adapun syaratnya adalah:

- Pada FTA masalah adalah *main system failure* yang digambarkan sebagai *top event*.
- *Top event* jangan terlalu umum.
- *Top event* jangan terlalu sempit.
- *Top event* harus spesifik untuk malahan yang akan dianalisis, berdasarkan 3W *what, where, when*.

Dari analisis faktor penyebab tidak terlaksananya proyek efisiensi energi ESCO menggunakan metode *fault tree analysis*, dan berdasarkan beberapa variabel yang didapat dari studi literature.

Basic event yang dimasukkan adalah basic event yang berada pada fase pra-proyek, dimana fase itu adalah fase yang difokuskan untuk penelitian ini. Setelah melakukan proses penyusunan diagram *fault tree* dari faktor penyebab ketidakberhasilan proyek, kemudian menentukan *cut set*.

Data yang dibutuhkan dalam proses penentuan *minimal cut set* adalah probabilitas dari setiap *basic event*. Teknik wawancara dibutuhkan pada proses ini, untuk proses pengambilan sampel dari probabilitas (*judgment*). Pihak terkait yang terqualifikasi dan memiliki pengalaman di bidang ESCO (*expert*) dijadikan responden untuk mendapatkan data yang valid.

Adapun ketentuan penilaian indeks risiko terhadap waktu, berdasarkan frekuensi kejadian/probabilitas yang akan diberikan oleh *expert judgment* diolah menggunakan perhitungan metode *mean* untuk penentuan probabilitas, yang artinya nilai yang didapat dibagi untuk mencari rata rata probabilitasnya

Berdasarkan pada skala probabilitas dari publikasi Heldman (2005), yaitu skala nilai 0.05 (Tidak akan pernah terjadi) sampai dengan 0.8 (Selalu Terjadi). Tabel 3.2 menunjukkan kriteria rating skala probabilitas untuk penilaian frekuensi kejadian:

Tabel 3.2 Kriteria Rating Probabilitas

Skor	Deskripsi	Definisi
0.8	Very Critical	Selalu Terjadi
0.6	Critical	Sering Terjadi
0.4	Significant	Kadang-kadang terjadi
0.2	Negligible	Kemungkinan kecil pernah terjadi
0.05	Very Negligible	Tidak pernah terjadi

3.5.3 Analisis Tingkat Risiko.

Pada analisis ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar risiko yang terdapat pada proyek efisiensi energi ESCO. Dimana tingkat suatu risiko ditandai oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Peristiwa risiko (menunjukkan dampak negatif pada suatu risiko)
2. Probabilitas terjadinya risiko (frekuensi)
3. Keparahan (*severity*) dampak negatif/*impact*/konsekuensi negatif dari risiko yang akan terjadi.

Ketika peluang atau probabilitas serta dampak telah diketahui atau teridentifikasi, maka akan dilakukan evaluasi untuk mengetahui risiko yang paling utama atau *critical*.

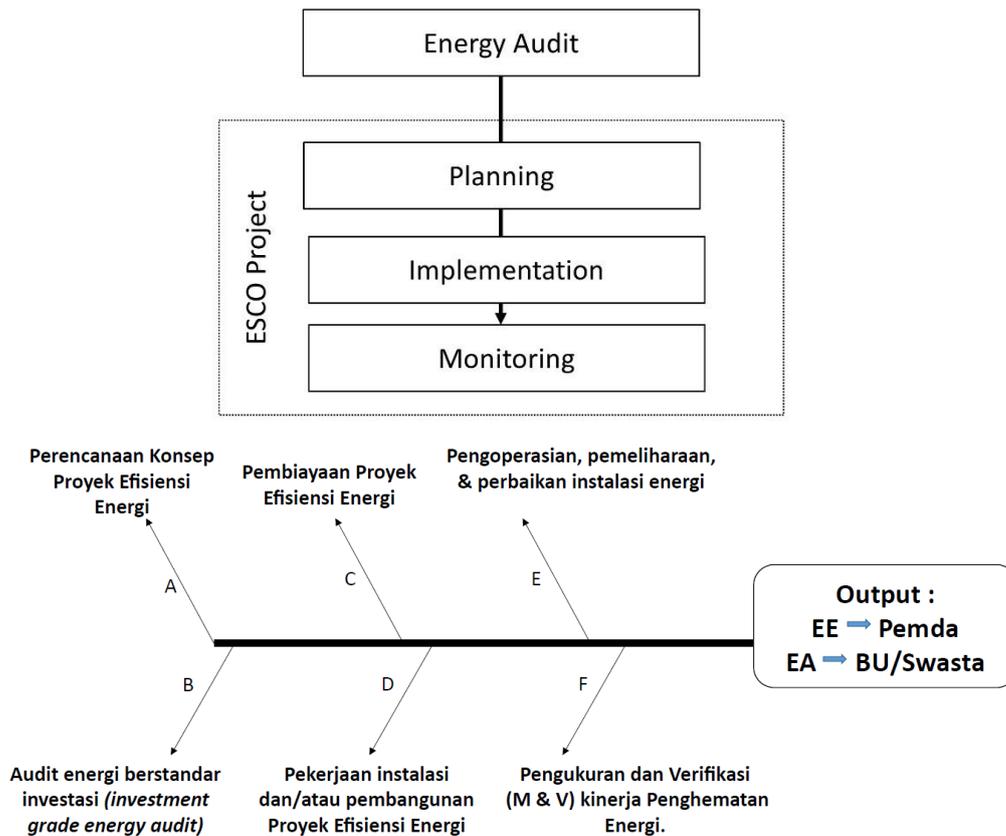
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4

Pada bab ini dilakukan pembahasan mengenai penelitian yang terdiri atas analisis risiko pada proyek efisiensi energi berbasis kinerja.

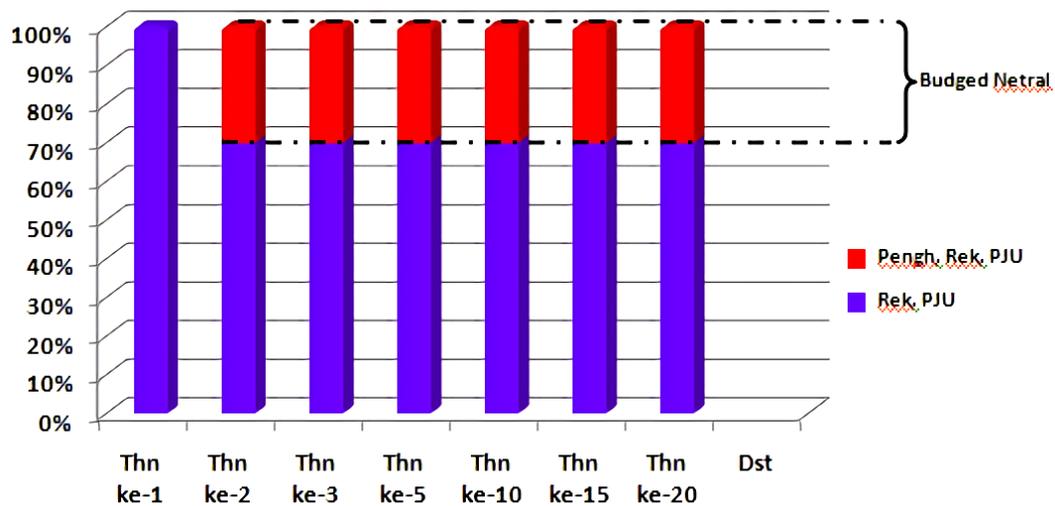
4.1 Pengumpulan Data

Penelitian ini mengambil objek proyek efisiensi energi ESCO, proyek ini direncanakan dengan tahapan pekerjaan seperti pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Tahapan Proyek Konservasi Energi ESCO

Proyek efisiensi energi ESCO sendiri, direncanakan dengan penghematan mencapai 30% dari konsumsi normal energi listrik untuk PJU (Gambar 4.2) nilai ini didapat setelah dilakukannya audit energi oleh pihak ESCO. Dengan estimasi kerjasama selama 60 Bulan. Namun proyek efisiensi energi ESCO sering terhenti sebelum beroperasi secara penuh. Kondisi ini dipengaruhi oleh beberapa peristiwa yang terdapat pada tabel 3.1.



Gambar 4.2 Rencana Penghematan PJU

Oleh karena itu pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap agar mengetahui risiko pada proyek. Tahap pertama berupa pengumpulan data dengan menggunakan studi literatur mengenai proyek ESCO serupa dan survey pendahuluan kepada pihak yang expert pada bidang proyek efisiensi energi (Tabel 4.1). Kuesioner disebar kepada 5 orang *expert* dengan profil pengalaman lebih dari 3 tahun dan bersinggungan langsung dengan proyek efisiensi energi ESCO. Hasil yang diperoleh adalah faktor pembentuk risiko atau *basic event* dari proyek efisiensi energi ESCO. Tahap kedua adalah analisa menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dengan tujuan mencari nilai probabilitas untuk tiap *basic event* yang ada dan melakukan perhitungan *minimal cut set* sehingga dapat diketahui probabilitas untuk tiap *intermediate event*, dari sisi *owner*, kontraktor atau kondisi eksternal. Tahapan terakhir adalah menganalisa hasil FTA dengan metode wawancara, dimana *expert* memberikan saran perihal mitigasi atau penanganan yang dapat dilakukan untuk menghindari risiko dari proyek.

4.2 Identifikasi penyebab keterlambatan

Proyek ESCO adalah suatu kegiatan yang melibatkan cukup banyak sumberdaya berupa tenaga kerja, peralatan konstruksi, material, uang, dan metode. Dimana pada proyek ESCO cukup banyak hambatan yang terjadi pada prosesnya,

sasaran proyek ini adalah diselesaikannya proyek ini dengan tepat waktu, tepat biaya, tepat guna.

Proses analisa risiko dimulai dengan pengumpulan *basic event* yang didapat dari studi literatur yang berkaitan dengan proyek ESCO di seluruh dunia. Kemudian dilakukan penyesuaian dengan kondisi proyek ESCO yang ada di Indonesia. Sehingga ditemukan *Basic event* yang sesuai. *Basic Event* digunakan sebagai referensi dalam pembuatan kuesioner.

Tabel 4.1 *Basic Event* berdasarkan studi literatur

	Kriteria	Variabel Risiko
Tahap Desain /Perencanaan		
I	Politik/Kebijakan	1.1 Perubahan kebijakan politik (Litbang Kemendagri, 2019)
		1.2 Standar pengadaan PJU yang berbeda tiap daerah (Litbang Kemendagri, 2019)
		1.3 Sebagian besar negara(daerah) tidak memiliki kebijakan atau UU yang mempromosikan ESCO (HPR Joubert, 2016)
		1.4 Kurangnya kebijakan dan hukum yang sesuai dengan proyek efisiensi energi ESCO (Guiwen Liu, Saina Zheng, Pengpeng Xu, Taozhi Zhuang, 2018)
		1.5 Pergantian <i>Stakeholder</i> (Litbang Kemendagri, 2019)
II	Manajemen	2.1 Tidak ada komunikasi atau kurangnya komunikasi (Paul R. Kleindorfer ,2011)
		2.2 Ketidakjelasan kebutuhan pemilik proyek (Paul R. Kleindorfer ,2011)

Tabel 4.1 *Basic Event* berdasarkan studi literatur (lanjutan)

		2.3 Minimnya pengetahuan akan keandalan ESCO (Jennifer Ellis,2010)
		2.4 Proyek efisiensi energi ESCO memiliki siklus yang panjang dan pembiayaan tinggi (HPR Joubert, 2016)
III	Keuangan	2.5 Manajemen (User) tidak mengetahui tentang adanya proyek dan dampak dari EE ESCO (Paul R. Kleindorfer ,2011)
		3.2 Kesulitan dalam mengakses pendanaan (Paul R. Kleindorfer ,2011)
		3.3 Kurangnya pendekatan secara rasional dan layak untuk pembiayaan proyek efisiensi energi ESCO (Paul R. Kleindorfer ,2011)
IV	Eksternal	4.1 Masyarakat kurang percaya akan adanya ESCO (Guiwen Liu, Saina Zheng, Pengpeng Xu, Taozhi Zhuang, 2018)
Tahap Pengadaan		
I	Politik/Kebijakan	1.1 Perubahan kebijakan politik (Litbang Kemendagri, 2019)
		1.2 Sebagian besar negara(daerah) tidak memiliki kebijakan atau UU yang mempromosikan ESCO (Litbang Kemendagri, 2019)
		1.3 Kurangnya kebijakan dan hukum yang sesuai dengan proyek efisiensi energi ESCO (Litbang Kemendagri, 2019)
		1.4 Kerjasama (<i>Unsolicited</i>) sebagai hal baru (Litbang Kemendagri, 2019)
		1.5 Pemahaman terkait peraturan kerjasama (Litbang Kemendagri, 2019)

II	Manajemen	2.1 Kurangnya pendekatan pihak internal EE (User) ke pihak ESCO, sehingga ESCO tidak dapat mengidentifikasi dan mengimplementasikan EE (Paul R. Kleindorfer ,2011)
III	Keuangan	3.1 Biaya administrasi dan transaksi yang cukup tinggi (Jennifer Ellis,2010)

4.2.1 *Basic Event* dan Kuesioner

Data awal pada penelitian ini berupa *basic event* risiko yang ada pada proyek, ditentukan berdasarkan studi literatur pada proyek ESCO yang berada di negara lain. Yang kemudian dilakukan penyaringan sehingga *basic event* yang didapat serupa dengan kondisi yang ada di Indonesia. *Basic Event* awal yang didapat berjumlah 21 faktor, seperti pada tabel 4.1. Dimana *basic event* di pisahkan untuk tiap kategori dan fase yang berbeda.

Selanjutnya *Basic Event* yang didapat diolah kembali dengan metode kuesioner, untuk memvalidasi data awal yang ada. Dimana kuesioner dibagikan ke beberapa fungsi yang terkait dengan pelaksanaan proyek efisiensi energi ESCO. Responden yang dipilih harus pihak yang terlibat langsung di proyek efisiensi energi ESCO. Berikut ada profil dari responden yang terlibat dalam penelitian ini.

- a. Direktur – bertanggung jawab atas segala kegiatan organisasi.
- b. COO – bertanggung jawab pada pembuatass keputusan operasional perusahaan.
- c. Project Manager – bertanggung jawab terhadap pelaksanaan proyek, memimpin seluruh tim serta menjamin keseluruhan proyek dilaksanakan dengan benar dan selamat.
- d. Specialist Engineer – bertanggung jawab terhadap proses design sampai dengan penyediaan material serta urutan pekerjaan.

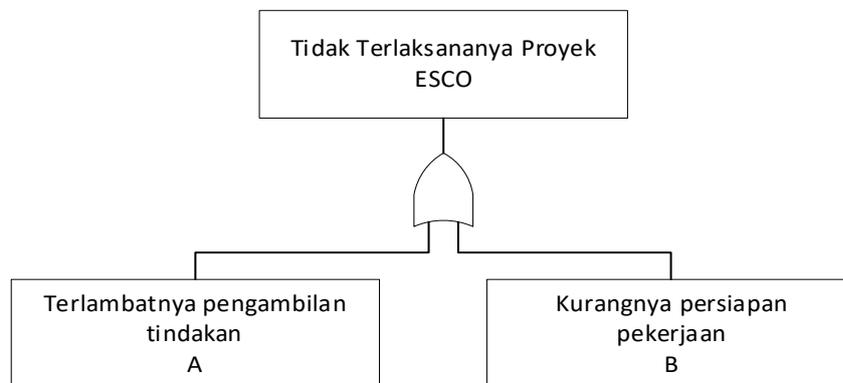
Tabel 4.2 Kode Responden

No	Kode Responden	Jabatan	Pengalaman Kerja (Tahun)
1	R1	Direktur	15
2	R2	COO	6
3	R3	Project Manager	6
4	R4	Specialist Engineer	3

Pemilihan responden berdasarkan pengalaman mengenai proyek efisiensi energi ESCO, dikarenakan berpengaruh terhadap hasil penilaian atau pendapat terhadap risiko yang mungkin terjadi pada proyek.

4.3 Analisis Risiko Menggunakan FTA

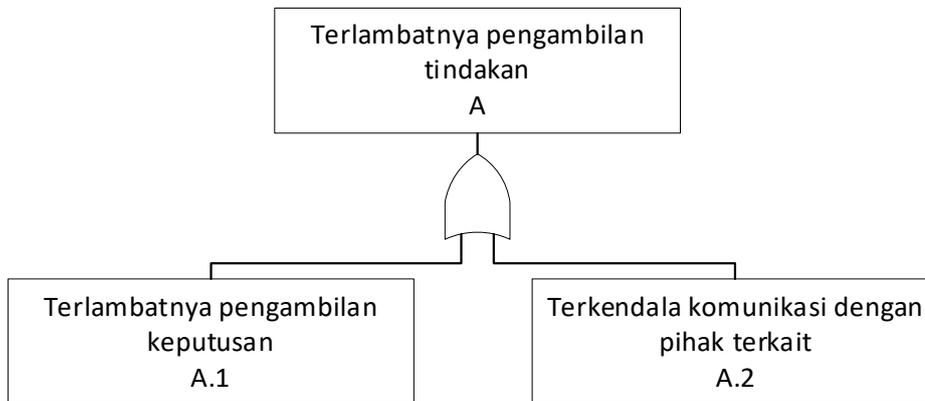
Penggunaan FTA ditujukan untuk menjelaskan secara menyeluruh penyebab terjadinya risiko pada proyek efisiensi energi ESCO. Semua proses tersebut akan dijabarkan dalam bentuk akar diagram pohon kesalahan FTA, diharapkan nantinya dapat diketahui penyebab dasar permasalahan. Pada Gambar 4.3 dijelaskan mengenai penyebab tidak terlaksananya proyek efisiensi energi ESCO, dimana dibagi menjadi 2 kejadian utama yaitu terlambatnya pengambilan keputusan dan kurangnya persiapan pekerjaan. Hasil tersebut berdasarkan studi literatur dan kuesioner kepada responden sesuai kriteria yang ada pada proyek.



Gambar 4.3 *Intermediate event* untuk tiga faktor tidak terlaksananya proyek efisiensi energi ESCO

4.3.1 Faktor risiko akibat terlambatnya pengambilan tindakan

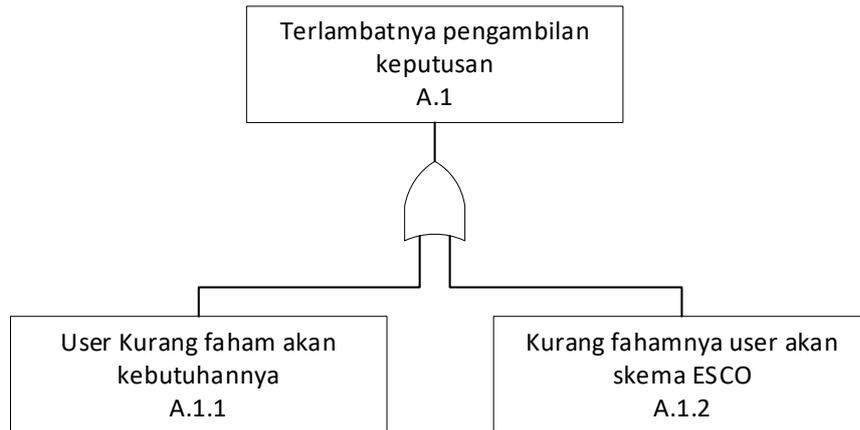
Faktor risiko akibat terlambatnya pengambilan tindakan. Ada 2 faktor penyebab terlambatnya pengambilan tindakan yang saling berkaitan satu sama lain, yaitu terlambatnya mengambil keputusan, terkendala komunikasi dengan pihak terkait. Seperti pada diagram Gambar 4.4. Faktor faktor ini didapatkan dari studi literatur dan penyebaran kuesioner kepada responden yang berkaitan dengan proyek efisiensi energi ESCO.



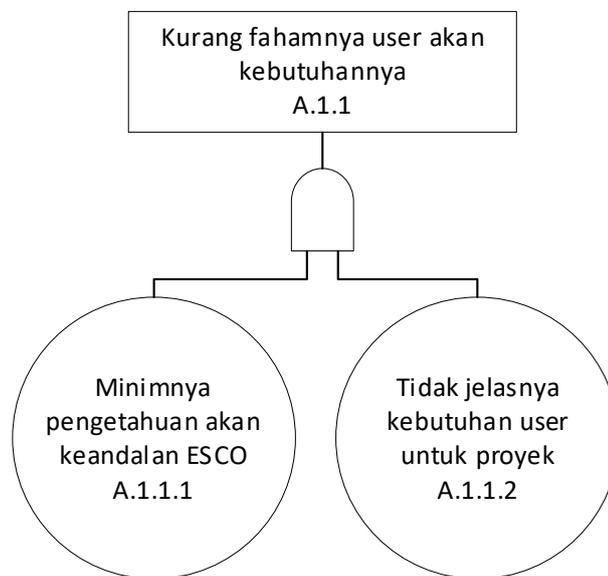
Gambar 4.4 Diagram FTA terlambatnya pengambilan tindakan oleh *owner*

Berikut penjelasan mengenai akar masalah penyebab risiko yang muncul, dimulai dari terlambatnya dalam mengambil keputusan lalu terkendala komunikasi dengan pihak terkait.

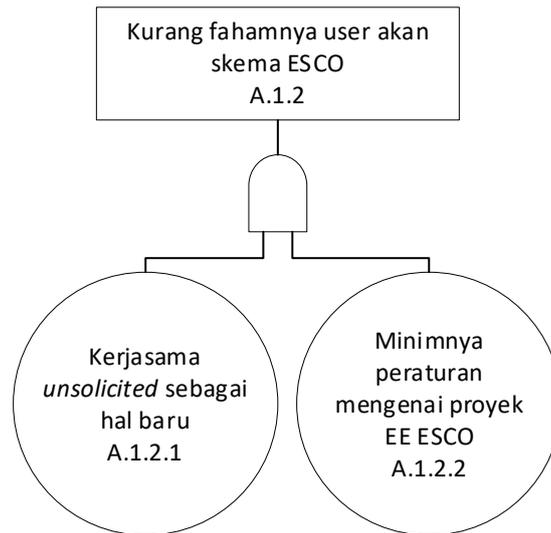
Keterlambatan dalam mengambil keputusan (Gambar 4.5) terkait proyek seringkali terjadi pada proses pra-proyek dimana didasari oleh kurang fahamnya user terkait sistem kerjasama dan skema yang diusung oleh ESCO, jika dijabarkan lebih mendetail, *user* kurang faham mengenai kebutuhannya di proyek ESCO itu sendiri, yang disebabkan *user* kurang faham akan keandalan dari ESCO dan tidak jelasnya kebutuhan *user* untuk proyek efisiensi energi ESCO ini seperti pada Gambar 4.6. Selain itu pada Gambar 4.7 dijabarkan bahwa skema yang diusung oleh ESCO sering kali kurang difahami oleh user, dikarenakan model kerjasama *unsolicited* ini masih jarang digunakan di Indonesia khususnya lingkup proyek efisiensi energi. Serta kurangnya peraturan mengenai proyek efisiensi energi ESCO juga menjadi faktor yang berpengaruh dalam kejadian ini.



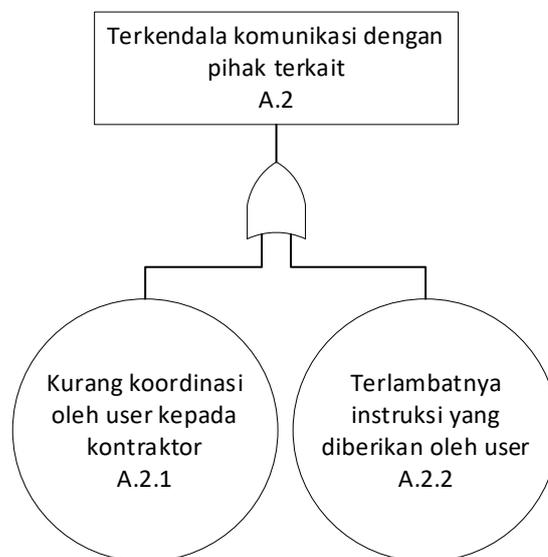
Gambar 4.5 Diagram FTA terlambatnya *owner* dalam mengambil keputusan



Gambar 4.6 Diagram FTA kurang fahamnya *user* akan kebutuhannya



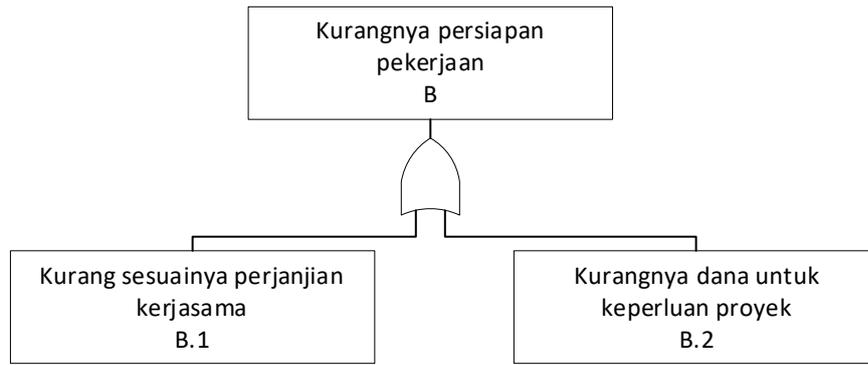
Gambar 4.7 Diagram FTA kurang fahamnya *user* akan skema ESCO



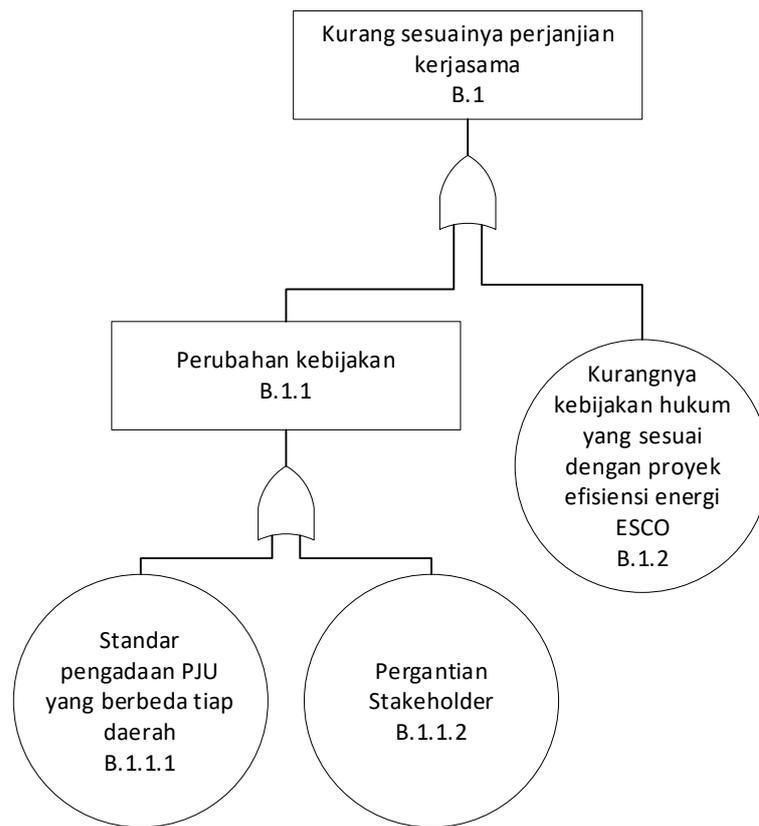
Gambar 4.8 Diagram FTA terkendala komunikasi dengan pihak terkait

4.3.2 Faktor risiko akibat kurangnya persiapan pekerjaan

Ada 2 faktor penyebab kurangnya mempersiapkan pekerjaan yang saling berkaitan, yaitu kurang sesuai perjanjian kerjasama dan kurangnya dana untuk keperluan proyek. Digambarkan pada diagram Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Diagram FTA kurang persiapan pekerjaan.

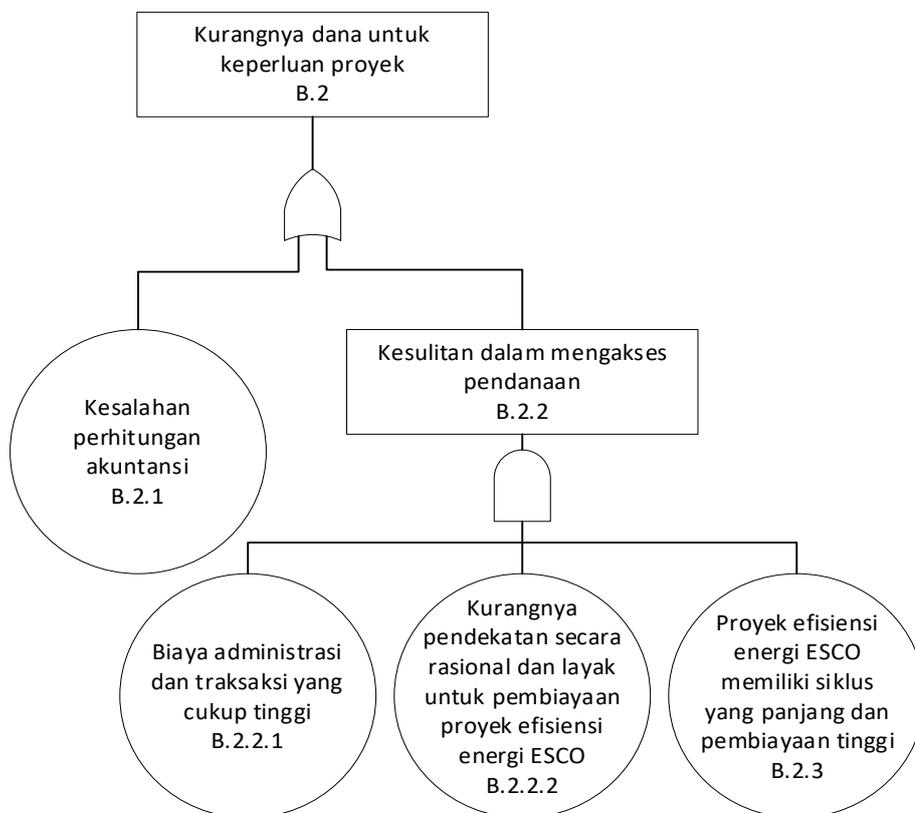


Gambar 4.10 Diagram FTA kurang sesuai perjanjian Kerjasama

Kurangnya sesuai perjanjian kerjasama dibentuk oleh beberapa faktor, seperti standar pengadaan PJU yang berbeda di tiap daerah, sehingga seringkali terjadi ketidakcocokan antara perjanjian kerjasama yang diusung ESCO dengan kondisi di lapangan. Selain itu pergantian *stakeholder* juga dapat menimbulkan terjadinya perubahan kebijakan, karena ketika ada pergantian seringkali beberapa

kebijakan yang diusung juga ikut berubah sehingga kurang sesuai dengan perjanjian kerjasama yang diusung pada awal proyek. Kurangnya kebijakan hukum yang sesuai dengan proyek EE ESCO juga salah satu faktor pembentuk risiko, faktor ini menyebabkan adanya ketimpangan dikarenakan tidak adanya payung hukum yang jelas bagi penyedia jasa.

Kurangnya dana untuk keperluan proyek seperti pada (Gambar 4.11) dibentuk oleh beberapa faktor seperti kesalahan perhitungan akuntansi, kesulitan dalam mengakses pendanaan. Proyek efisiensi energi ESCO memiliki siklus yang panjang dan pembiayaan tinggi sehingga perhitungan akuntansi yang mendetail dibutuhkan agar proyek dapat berjalan dengan lancar, selain itu dikarenakan proyek dengan skema *unsolicited* cukup baru di Indonesia, proses untuk mencari sumber dana atau mengakses pendanaan sulit dilakukan. Karena seringkali dianggap sama dengan skema pengadaan barang/jasa pada umumnya.



Gambar 4.11 Diagram FTA kurangnya dana untuk keperluan proyek

4.3.4 Kombinasi *Basic Event*

Proses penggambaran diagram FTA (*Fault Tree Analysis*) telah dilakukan, Langkah selanjutnya adalah melakukan analisis terhadap *Fault Tree* secara kuantitatif menggunakan hukum *logic gate* dimana terdapat rumus probabilitas dalam penjumlahan (*or gate*) dan perkalian (*and gate*).

Tujuan dari analisa ini adalah mencari *minimal cut set*. *Cut set* adalah kombinasi pembentuk pohon kesalahan apabila semua faktor terjadi maka peristiwa puncak atau risiko utama akan terjadi. *Minimal cut set* adalah kombinasi peristiwa yang paling kecil.

Teknik wawancara digunakan dalam pengambilan *sample* dari probabilitas. Dimana wawancara dilakukan pada *expert* sebanyak 2 responden, sehingga nilai probabilitas yang muncul memiliki akurasi tinggi dan sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan. Adapaun ketentuan probabilitas yang diberikan oleh *expert* adalah data yang disesuaikan dengan indeks frekuensi yang diterjemahkan pada Tabel 4.3 skala nilai 0.05 (Tidak akan pernah terjadi) sampai dengan 0.8 (Selalu Terjadi) berikut:

Tabel 4.3 Kriteria rating probabilitas

Skor	Deskripsi	Definisi
0.8	Very Critical	Selalu Terjadi
0.6	Critical	Sering Terjadi
0.4	Significant	Kadang-kadang terjadi
0.2	Negligible	Kemungkinan kecil pernah terjadi
0.05	Very Negligible	Tidak pernah terjadi

Sumber: Heldman, 2005

Sehingga dari 4 responden yang berkompeten memberikan *judgment*, pada tabel 4.2, didapatkan probabilitas untuk setiap *basic event*, perhitungan menggunakan metode *mean* untuk penentuan probabilitas, yang artinya nilai yang didapat dibagi untuk mencari rata rata probabilitasnya.

Tabel 4.4 Probabilitas *Basic Event*

Kode Kejadian	Nama Kejadian	Probabilitas
A.1.1.1	Minimnya pengetahuan akan keandalan ESCO	0,8
A.1.1.2	Tidak jelasnya kebutuhan user untuk proyek	0,4
A.1.2.1	Kerjasama <i>unsolicited</i> sebagai hal baru	0,8
A.1.2.2	Minimnya peraturan mengenai proyek EE ESCO	0,4
A.2.1	Kurang koordinasi oleh user kepada kontraktor	0,2
A.2.2	Terlambatnya instruksi yang diberikan oleh <i>user</i>	0,4
B.1.1.1	Standar pengadaan PJU yang berbeda tiap daerah	0,2
B.1.1.2	Pergantian Stakeholder	0,05
B.1.3	Kurangnya kebijakan hukum yang sesuai dengan proyek efisiensi energi ESCO	0,6
B.2.1	Kesalahan perhitungan akuntansi	0,05
B.2.2.1	Biaya administrasi dan transaksi yang cukup tinggi	0,2
B.2.2.2	Kurangnya pendekatan secara rasional dan layak untuk pembiayaan proyek EE ESCO	0,4
B.2.2.3	Proyek efisiensi energi ESCO memiliki siklus yang panjang dan pembiayaan tinggi	0,8

Dalam perhitungan *minimal cut set* menggunakan notasi gerbang logika, gerbang *OR* menggambarkan gabungan dari kejadian-kejadian atau faktor-faktor merupakan penjumlahan probabilitas dan gerbang *AND* yang menggambarkan irisan kejadian, merupakan perkalian probabilitas menurut hukum probabilitas. *Basic Event* yang telah diberikan nilai probabilitas oleh responden selanjutnya akan dikalkulasikan pada FTA. Hasil perhitungan probabilitas dan konsekuensi dari kombinasi *minimal cut set* dijelaskan pada persamaan berikut:

Kombinasi *Cut Set* pada gerbang *OR*

$$T = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

$$P(T) = P(C_1 \cup C_2 \dots \cup C_n)$$

$$= P(C_1) + P(C_2) + \dots + P(C_n) - P(C_1 \cap C_2 \cap \dots C_n)$$

Kombinasi *Cut Set* pada gerbang *AND*

$$T = C_1 * C_2 * \dots * C_n$$

$$P(T) = P(C_1 \cap C_2 \dots \cap C_n)$$

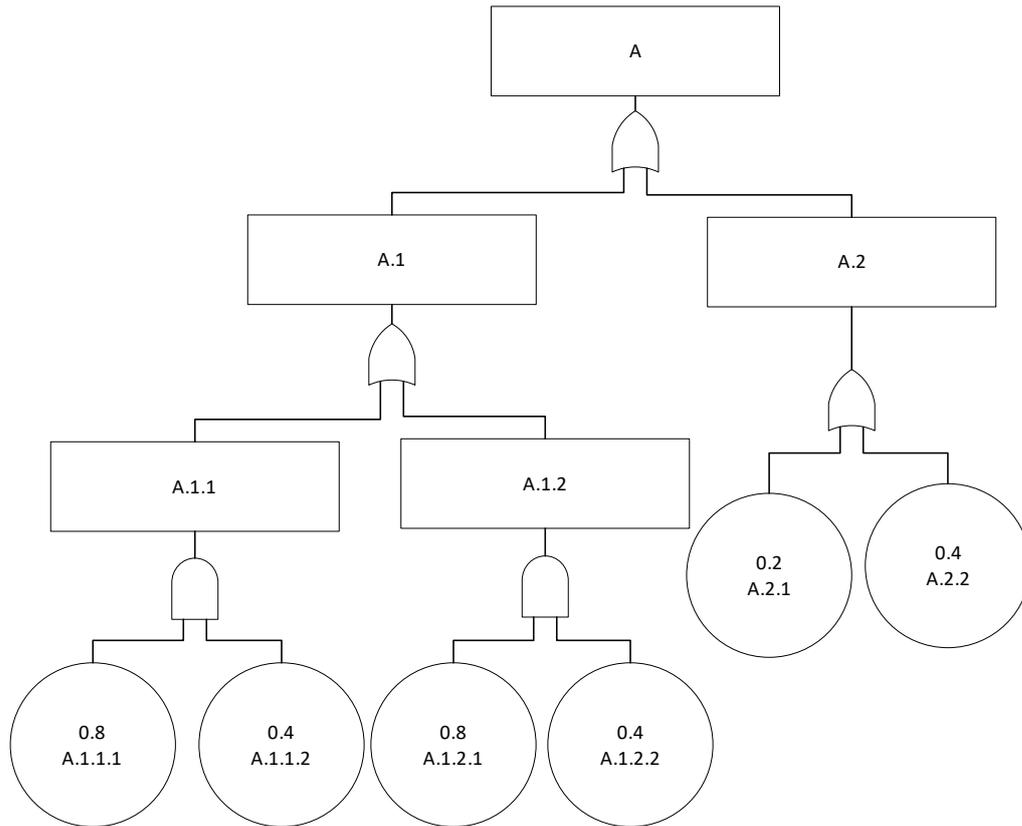
$$= P(C_1) * P(C_2) * \dots * P(C_n)$$

Dimana: T = Hasil *minimal cut set*

$P(C_n)$ = Probabilitas untuk *event* C_n

4.4.4.1 Analisis pada peristiwa penyebab tidak terlaksananya proyek akibat terlambatnya pengambilan tindakan

Pencarian nilai probabilitas *intermediate event* utama dengan kode A (peristiwa penyebab tidak terlaksananya proyek akibat terlambat pengambilan tindakan) diperlukan probabilitass dari tiap *basic event*, berikut diagram FTA (Gambar 4.12) dan Tabel 4.5 merupakan nilai *minimal cut sset* dan nilai probabilitas pada tiap *basic event*.



Gambar 4.12 Diagram FTA Kode A

Dari Gambar 4.12 bisa dihitung kombinasi *minimal cut set* dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 A &= A.1 + A.2 \\
 &= (A.1.1 + A.1.2) + (A.2.1 + A.2.2) \\
 &= ((A.1.1.1 * A.1.1.2) + (A.1.2.1 * A.1.2.2)) + (A.2.1 + A.2.2)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PA1.1 &= (0,8 * 0,4) \\
 &= 0,32
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PA1.2 &= (0,8 * 0,4) \\
 &= 0,32
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PA.1 &= (0,32 + 0,32) - (0,32 * 0,32) \\
 &= 0,64 - 0,1024 \\
 &= 0,5376
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PA.2 &= (0,2 + 0,4) - (0,2 * 0,4) \\
 &= 0,6 - 0,08 \\
 &= 0,52
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PA &= (0,5376 + 0,52) - (0,5376 * 0,52) \\
 &= 1,0576 - 0,2796 \\
 &= 0,778
 \end{aligned}$$

Berdasarkan dari persamaan dan perhitungan diatas, kombinasi *minimal cut set* berdasarkan nilai probabilitas pada tabel Tabel 4.5. Hasil probabilitas *cut set* pada peristiwa tidak terlaksananya proyek disebabkan oleh *owner* sebesar 0.778

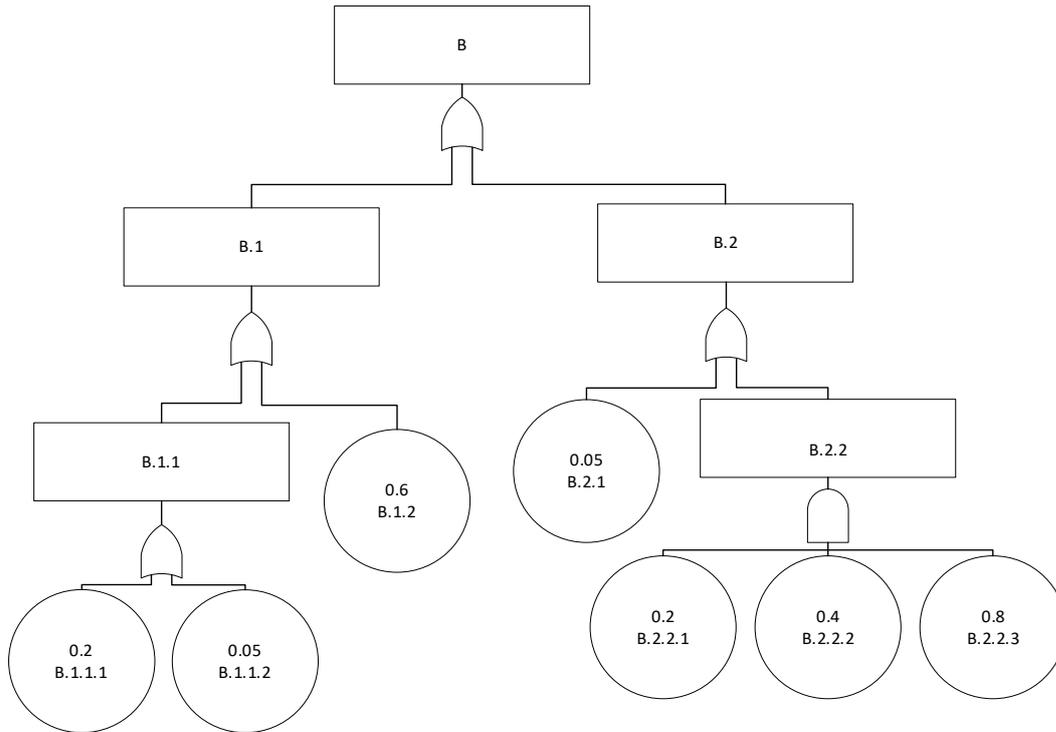
Tabel 4.5 *Minimal Cut Set* peristiwa terlambatnya pengambilan tindakan

Kode Kejadian	Nama Kejadian	Probabilitas
A.1.1.1	Minimnya pengetahuan akan keandalan ESCO	0,8
A.1.1.2	Tidak jelasnya kebutuhan user untuk proyek	0,4
A.1.2.1	Kerjasama <i>unsolicited</i> sebagai hal baru	0,8
A.1.2.2	Minimnya peraturan mengenai proyek EE ESCO	0,4
A.2.1	Kurang koordinasi oleh user kepada kontraktor	0,2
A.2.2	Terlambatnya instruksi yang diberikan oleh <i>user</i>	0,4
<i>Minimal Cut Set</i>		0.778

4.4.4.2 Analisis pada peristiwa penyebab tidak terlaksananya proyek akibat kurang persiapan pekerjaan

Dalam pencarian nilai *intermediate event* utama dengan kode B (peristiwa penyebab tidak terlaksananya proyek akibat kurang persiapan pekerjaan) diperlukan nilai probabilitas dari setiap *basic event* yang ada.

Pada Gambar 4.13 Diagram FTA dan Tabel 4.6 yang menunjukkan *minimal cut set* dan nilai probabilitas dari setiap *basic event* pada peristiwa penyebab tidak terlaksananya proyek disebabkan oleh kontraktor sebesar 0.5945



Gambar 4.13 Diagram FTA Kode B

Dari diagram FTA pada Gambar 4.13 bisa didapatkan perhitungan kombinasi *minimal cut set* dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 B &= B.1 + B.2 \\
 &= (B.1.1 + B.1.2) + (B.2.1 + B.2.2) \\
 &= ((B.1.1.1 + B.1.1.2) + B.1.2) + (B.2.1 + (B.2.2.1 * B.2.2.2 * B.2.2.3))
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PB1.1 &= (0,2 + 0,05) - (0,2 \cdot 0,05) \\
 &= 0,25 - 0,01 \\
 &= 0,24
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PB.1 &= (0,24 + 0,4) - (0,24 \cdot 0,4) \\
 &= 0,64 - 0,096 \\
 &= 0,544
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PB.2.2 &= 0,2 * 0,4 * 0,8 \\
 &= 0,064
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PB.2 &= (0,064 + 0,05) - (0,064 \cdot 0,05) \\
 &= 0,114 - 0,0032 \\
 &= 0,1108
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PB &= (0,544 + 0,1108) - (0,544 \cdot 0,1108) \\
 &= 0,6548 - 0,0603 \\
 &= 0,5945
 \end{aligned}$$

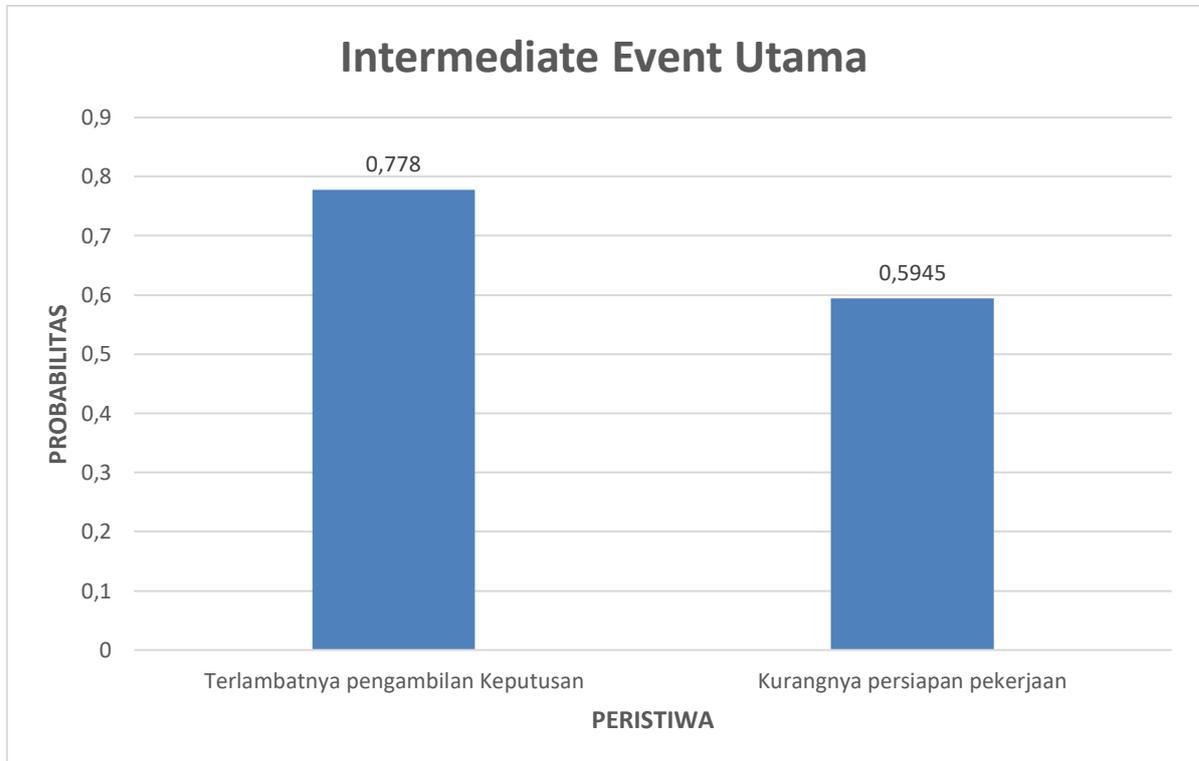
Berdasarkan persamaan dan perhitungan diatas, kombinasi *minimal cut set* berdasarkan nilai probabilitas pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 *Minimal Cut Set* peristiwa kurangnya persiapan pekerjaan

Kode Kejadian	Nama Kejadian	Probabilitas
B.1.1.1	Standar pengadaan PJU yang berbeda tiap daerah	0,2
B.1.2.2	Pergantian Stakeholder	0,05
B.1.2	Kurangnya kebijakan hukum yang sesuai dengan proyek efisiensi energi ESCO	0,6
B.2.1	Kesalahan perhitungan akuntansi	0,05
B.2.2.1	Biaya administrasi dan transaksi yang cukup tinggi	0,2
B.2.2.2	Kurangnya pendekatan secara rasional dan layak untuk pembiayaan proyek EE ESCO	0,4
B.2.2.3	Proyek efisiensi energi ESCO memiliki siklus yang panjang dan pembiayaan tinggi	0,8
<i>Minimal Cut Set</i>		0.5945

Tahapan selanjutnya adalah menghitung jumlah total probabilitas kombinasi *minimal cut set* untuk *Top Event*. Dimana untuk peristiwa “Terlambatnya pengambilan tindakan” probabilitasnya sebesar 0.778, peristiwa “Kurangnya persiapan pekerjaan” probabilitasnya sebesar 0.5945. Kemudian tiap *minimal cut set* dijumlahkan akan mengetahui nilai total probabilitas *minimal cut set* untuk *top event*, yaitu sebesar:

$$\begin{aligned}
T &= C1 + C2 + \dots + Cn \\
T &= A + B \\
&= (0,778 + 0,5945) - (0,778 \cdot 0,5945) \\
&= 1,3726 - 0,4754 \\
&= 0,8972
\end{aligned}$$



Gambar 4.14 Grafik perbandingan probabilitas *minimal cut set*

Gambar 4.13 merupakan grafik perbandingan probabilitas *minimal cut set* untuk tiap peristiwa *intermediate* dimana menunjukkan perbandingan probabilitas dari tiap peristiwa utama. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa probabilitas paling tinggi merupakan peristiwa terlambatnya pengambilan keputusan dengan nilai 0.778. Dimana peristiwa terlambatnya pengambilan tindakan adalah peristiwa yang melibatkan beberapa pihak secara langsung, seperti user dan kontraktor. Dimana pada permasalahan ini lebih didasari oleh kurang fahamnya pihak terkait dengan EE ESCO dan skema yang diusungnya.

Peristiwa ini diikuti oleh peristiwa tidak terlaksananya proyek akibat kurangnya persiapan pekerjaan dimana memiliki nilai probabilitas sebesar 0.5945 dimana faktor ini cukup besar pengaruhnya dikarenakan proyek ESCO yang memiliki siklus cukup panjang serta pembiayaan tinggi, sehingga menyebabkan proyek EE ESCO membutuhkan dana awal yang cukup besar untuk melaksanakan proyek.

4.5 Optimasi dan Strategi Mitigasi

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan nilai probabilitas risiko, diperoleh probabilitas risiko tertinggi berada pada sisi *owner* diikuti oleh faktor kontraktor dan kondisi eksternal.

Tabel 4.7 Probabilitas tertinggi untuk tiap faktor

Kode Kejadian	Nama Kejadian
A	
A.1.1.1	Minimnya pengetahuan akan keandalan ESCO
A.1.2.1	Kerjasama <i>unsolicited</i> sebagai hal baru
B	
B.2.3	Proyek efisiensi energi ESCO memiliki siklus yang panjang dan pembiayaan tinggi

Pada tabel 4.7 dapat dilihat bahwa risiko A lebih didasari kepada pemahaman *user* akan ESCO dan jenis kontrak itu sendiri, sehingga mempengaruhi pengambilan keputusan serta tindakan yang diambil dan mengakibatkan risiko tidak terlaksananya proyek semakin tinggi.

Sedangkan kendala akibat kurangnya persiapan pekerjaan, proyek ESCO yang memiliki siklus panjang dan pembiayaan tinggi menjadi faktor yang berpengaruh, dikarenakan pihak ESCO harus melakukan perhitungan yang matang untuk akuntansi proyek dan sumber dana yang stabil untuk dapat memulai proyek.

4.6 Implikasi Manajerial

Berdasarkan rincian diatas dapat dilihat bahwa tindakan optimasi atau penanganan yang dilakukan pada risiko dengan probabilitas tinggi memiliki dampak yang signifikan untuk mengoptimalkan terlaksananya proyek efisiensi energi oleh ESCO. Pada risiko minimnya pengetahuan akan ESCO dan kerjasama *unsolicited* sebagai hal baru disebabkan oleh hal yang sama yaitu sulitnya ESCO dalam memberikan pemahaman mengenai ide dasar dari ESCO, dikarenakan *user* dan pihak terkait telah terbiasa dengan kegiatan pengadaan barang/jasa, sehingga seringkali ESCO dinilai sama. Pada nyatanya, jasa yang diberikan oleh ESCO adalah berupa solusi energi, dengan *Key Performance Indikator* berupa penurunan biaya energy. Oleh karena itu optimasi yang dilakukan lebih fokus kepada proses diseminasi informasi, sosialisasi, dan edukasi tentang model bisnis yang diusung ESCO, serta manfaat kerjasama sehingga dapat mengetahui pentingnya penghematan energi perlu dilakukan oleh pemerintah dan juga ESCO. Selain itu pemahaman bahwa skema atau kerjasama *unsolicited* merupakan kerjasama yang memiliki jaminan pembayaran dari jasa yang telah diberikan oleh ESCO, dimana ESCO mendapatkan pembayaran setelah mencapai *key performance indicator* atau efisiensi energi dan penurunan biaya energi.

Selain itu risiko yang memiliki probabilitas tinggi adalah proyek efisiensi energy ESCO memiliki siklus yang panjang dan pembiayaan tinggi dimana optimasi yang perlu dilakukan adalah diperlukannya jaminan kepastian pembayaran dan dukungan dari *client* atau *user*. Selain itu guarantor dan lembaga pembiayaan perlu disolisiasi oleh *client* atau *user* dan kontraktor agar skema *unsolicited* bisa dengan mudah diterima dan dipahami.

Dari seluruh tindakan optimasi dan mitigasi yang telah dijabarkan tetap dilakukan dengan mempertimbangkan faktor seperti, anggaran, regulasi, dan faktor lain. Karena dengan perencanaan yang baik pada setiap aspek yang ditinjau, kemungkinan terlaksananya proyek akan lebih besar dan akan berjalan dengan kinerja yang optimal.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian Thesis ini dapat ditarik beberapa kesimpulan, diantaranya adalah:

1. Analisis menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA), didapatkan:

Basic Event pada akar penyebab tidak terlaksananya proyek efisiensi energi ESCO sebanyak 13 variabel dari 2 peristiwa penyebab utama

- *Basic Event* yang paling dominan yang paling dominan menyebabkan tidak terlaksananya proyek efisiensi energi ESCO adalah:

Tidak terlaksananya proyek yang diakibatkan terlambatnya pengambilan keputusan *user*.

- Minimnya pengetahuan akan ESCO dengan probabilitas 0.8
- Kerjasama *unsolicited* sebagai hal baru dengan probabilitas 0.8

Tidak terlaksananya proyek yang disebabkan oleh kurangnya persiapan pekerjaan kontraktor.

- Proyek efisiensi energi ESCO memiliki siklus yang Panjang dan pembiayaan tinggi dengan probabilitas 0.8

Dimana nilai probabilitas 0.8 pada skala heldman adalah yang tertinggi yang artinya faktor itu Selalu terjadi / *Very Critical*.

Hasil perhitungan kombinasi *minimal cut set* yang diperoleh dari masing-masing pokok permasalahan atau peristiwa:

- Peristiwa kejadian dari terlambatnya pengambilan tindakan memiliki probabilitas sebesar 0.778.
- Peristiwa kejadian dari kurangnya persiapan pekerjaan memiliki probabilitas sebesar 0.5945

Probabilitas keseluruhan peristiwa penyebab “Tidak terlaksananya proyek efisiensi energi ESCO” adalah sebesar 0.8972

2. Rekomendasi optimasi dan mitigasi untuk faktor risiko tertinggi, berupa:

- Risiko “Minimnya pengetahuan akan keandalan ESCO”

Diseminasi informasi, sosialisasi, dan edukasi tentang model bisnis ESCO, manfaat kerjasama, dan motivasi pentingnya penghematan energi perlu dilakukan oleh *user* dan juga ESCO.

- Risiko “Kerjasama *unsolicited* sebagai hal baru”

Diperlukan dukungan pemerintah pusat selaku pemangku kebijakan untuk menyosialisasikan terkait proyek ESCO skema *unsolicited project*. Dimana jaminan pembayaran jasa ESCO *payment from saving* setelah mencapai target KPI (efisiensi energi dan penurunan biaya energi), dan memfasilitasi pembiayaan proyek konservasi energi.

- Risiko “Proyek efisiensi energi ESCO memiliki siklus yang panjang dan pembiayaan tinggi”

Perlu adanya jaminan kepastian pembayaran dari *client* atau *user* atas skema *unsolicited* dan mensosialisasikan kepada guarantor dan lembaga pembiayaan supaya mudah diterima dan dipahami.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan bagi penelitian thesis ini, berkaitan dengan analisis risiko pada proyek efisiensi energi berbasis kinerja – rasionalisasi PJU ESCO X adalah:

1. Untuk ESCO (*Energy Service Company*) yang menggunakan skema *unsolicited* diperlukan strategi khusus yang sesuai dalam aspek sosialisasi, karena dalam penelitian ini ditemukan bahwa, faktor yang paling mempengaruhi risiko adalah mengenai pemahaman dari *user* maupun pihak terkait. Sehingga pemahaman pihak luar semakin tinggi dan meningkatkan kemungkinan keberhasilan proyek efisiensi energi ESCO ini.

2. Untuk melengkapi penelitian ini diperlukan kajian mengenai proyek ESCo yang berada di Indonesia, serta menggunakan metode yang lebih mendetail seperti *Event Tree Analysis* dan *Risk Based Analysis* sehingga ada perbandingan, pembelajaran dan temuan lain.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Augustins, Edgars, Dzintars Jaunzems, Claudio Rochas, and Agris Kamenders. 2018. "Managing Energy Efficiency of Buildings: Analysis of ESCO Experience in Latvia."
- Aven, Terje. 2012. "Foundational Issues in Risk Assessment and Risk Management."
- Bertoldi, Paolo, and Benigna Boza-Kiss. 2017. "Analysis of Barriers and Drivers for the Development of the ESCO Markets in Europe."
- Buganová, Katarína, and Jana Šimíčková. 2019. "Risk Management in Traditional and Agile Project Management."
- Ellis, Jennifer, and International Institute for Sustainable Development (IISD). 2010. "Energy Service Companies (ESCOs) in Developing Countries."
"Energy Service Companies in the EU Status Review and Recommendations for Further Market Development with a Focus on Energy Performance Contracting Title: Energy Service Companies in the EU"
- Febiantopo, Bambang et al. 2016. "FASE OPERASIONAL PROYEK TERMINAL DAN TIMUR THE RISK ASSESSMENT FOR CONSTRUCTION PHASE AND OPERATIONAL PHASE OF CRUDE TERMINAL AND STORAGE TANK PROJECT IN."
- Ferdiana, Tara, and Ilham Priadythama. 2015. "Analisis Defect Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) Berdasarkan Data Ground Finding Sheet (GFS) PT. GMF AEROASIA."
- Firdaus, Itsna Affandi. 2017. *Operasional Onshore Processing Facility Dengan Menggunakan Risk Failure Mode and Effect Analysis Dan Fault Tree Operational Risk Management of Onshore Processing Facility Using Failure Mode and Effect.*
- Garbuzova-Schlifter, Maria, and Reinhard Madlener. 2016. "AHP-Based Risk Analysis of Energy Performance Contracting Projects in Russia."
- Hatmoko, Pramujo Sri. 2014. "Pengaruh Produktivitas Pekerja Terhadap Keterlambatan Proyek Rumah Tinggal Di Kota Malang."
- Joubert, Hpr. 2016. *Improved Risk Management Processes for South African Industrial ESCOs.*

- Kleindorfer, Paul R. 2012. "Risk Management for Energy Efficiency Projects in Developing Countries."
- Liu, Guiwen, Saina Zheng, Pengpeng Xu, and Taozhi Zhuang. 2018. "An ANP-SWOT Approach for ESCOs Industry Strategies in Chinese Building Sectors."
- Peixoto, Joana, Anabela Tereso, Gabriela Fernandes, and Rui Almeida. 2014. "Project Risk Management Methodology: A Case Study of an Electric Energy Organization."
- Qian, Dong, and Ju'e Guo. 2014. "Research on the Energy-Saving and Revenue Sharing Strategy of ESCOs under the Uncertainty of the Value of Energy Performance Contracting Projects."
- Retna Maharani, Ajeng. 2018. *Perancangan Manajemen Risiko Operasional Di Pt . X Dengan Menggunakan Metode House of Risk.*
- Rodrigues-da-Silva, Luiz Henrique, and José António Crispim. 2014. "The Project Risk Management Process, a Preliminary Study."
- Rolik, Yurii. 2017. "Risk Management in Implementing Wind Energy Project."
- Rosdianto, Moch.Afif. 2017. "Analisa Risiko Keterlambatan Proyek Pembangunan Apartemen Di Apartemen Taman Melati Surabaya."
- Sipil, Jurusan Teknik, Fakultas Teknik, and Universitas Brawijaya. 2014. "ANALISA KETERLAMBATAN PROYEK MENGGUNAKAN FAULT TREE ANALYSIS (FTA)"
- Sirait, Normaria Mustiana, and Aries Susanty. 2016. "Analisis Risiko Operasional Berdasarkan Pendekatan Enterprise Risk Management (Erm) Pada Perusahaan."
- Suhonen, Niko, and Lasse Okkonen. 2013. "The Energy Services Company (ESCO) as Business Model for Heat Entrepreneurship - A Case Study of North Karelia, Finland."
- Suparmadja, Aria et al. 2015. "Kinerja Ipal Rumah Sakit Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (Fta) Performance Wastewater Treatment of Hospital Using Fault Tree Analysis (Fta) Method."
- Szymański, Paweł. 2017. "Risk Management in Construction Projects."
- Vedpuriswar, A V. 2014. "Operational Risk Management in the Energy Industry."
- Vine, Edward. 2005. "An International Survey of the Energy Service Company ESCO Industry."

- Wang, Jingmin, and Yanfu Sun. 2012. "The Intuitionistic Fuzzy Sets on Evaluation of Risks in Projects of Energy Management Contract."
- Ward, Stephen, and Chris Chapman. 2003. "Transforming Project Risk Management into Project Uncertainty Management."
- Wiguna, I Putu Artama. 2014. "Analisa Risiko Performance Based Contract ."
- Workshop, Esco, and David Crossley. 2014. *The Regulatory Assistance Project ESCOs in China.*
- Artama, W. P. (2011), *Application of Risk Management*, Lecturer handout: Magister Management Project, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Mulcahy, Rita. (2010), *Risk Management Handbook, Trick of the Trade for Projects Management.*
- Kocecioğlu, Dimitri. (1991), *Reliability Engineering Handbook.*
- International Energy Agency.(2018), *Energy Service Company Report.*
- Raftery, John. (1986), *Risk Analysis in Project Management.*
- European Parliament and Of The Council.(2012), Directive EED.2012/27/EU.*On Energy Efficiency, Amending Directive 2009/125/EC and 2010/30/EU and Repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC.*
- Pemerintah Indonesia.(2007).*Undang-Undang No.30 Tahun 2007 Tentang Energi.*
- Pemerintah Indonesia.(2012).*Peraturan Pemerintah No.14 Tahun 2012 Tentang Kegiatan Usaha Penyediaan Tenaga Listrik.*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran I

Kuesioner



KUESIONER PENGUKURAN PROBABILITAS RISIKO PADA PROYEK EFISIENSI ENERGI BERBASIS KINERJA ESCO X

Dengan hormat,

Saya Yuta Fajar Muhammad NRP 09211 8500 23016 mahasiswa Magister Manajemen Teknologi bidang studi Manajemen Proyek, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Saat ini saya sedang melakukan studi mengenai **Analisis Risiko Pada Proyek Efisiensi Energi Berbasis Kinerja – Rasionalisasi PJU ESCO X**.

Saya melampirkan kuesioner dibawah ini dan dengan segala hormat berharap saudara dapat mengisi kuesioner ini berdasarkan pengalaman pribadi saudara. Partisipasi saudara dalam studi ini akan dirahasiakan dan hanya akan digunakan untuk tinjauan studi ini saja. Serta informasi yang saudara berikan hanya diketahui oleh peneliti saja.

Terima Kasih.

Tujuan Survey:

- Melakukan identifikasi risiko dan penyebab risiko pada setiap kejadian tidak terlaksananya proyek efisiensi energi ESCO.

DATA RESPONDEN

Nama :

Jabatan:

Pengalaman di bidang Efisiensi Energi: Thn.

PETUNJUK KUISIONER

Berikan tanda (√) pada nomor yang anda anggap benar dan sesuai dengan keadaan yang anda miliki, adapun keterangan dalam kolom adalah sebagai berikut:

Tahap Desain / Perencanaam

No	Pertanyaan	Tanggapan				
		←		→		
		Tidak Pernah Terjadi		Sangat Sering Terjadi		
		1	2	3	4	5
Politik / Kebijakan						
1	Perubahan kebijakan politik					
2	Standar pengadaan PJU yang berbeda tiap daerah					
3	Tidak adanya UU yang mengatur mengenai proyek EE ESCO					
4	Kurangnya kebijakan dan hukum yang sesuai dengan proyek EE ESCO					
Manajemen						
5	Tidak adanya komunikasi atau kurangnya komunikasi					
6	Ketidakjelasan kebutuhan pemilik proyek					
7	Minimnya pengetahuan akan keandalan ESCO					
8	Proyek EE ESCO memiliki siklus yang panjang dan payaan tinggi					
9	Manajemen (User) tidak mengetahui mengenai proyek EE ESCO dan dampak dari proyek EE ESCO					
Keuangan						
10	Kesalahan perhitungan akuntansi					
11	Kesulitan dalam mengakses pendanaan					

Tahap Pengadaan

No	Pertanyaan	Tanggapan				
		←		→		
		Tidak Pernah Terjadi		Sangat Sering Terjadi		
		1	2	3	4	5
Politik / Kebijakan						
1	Perubahan kebijakan politik					
2	Standar pengadaan PJU yang berbeda tiap daerah					
3	Tidak adanya UU yang mengatur mengenai proyek EE ESCO					
4	Kurangnya kebijakan dan hukum yang sesuai dengan proyek EE ESCO					
5	Kerjasama <i>Uncolicted</i> sebagai hal baru					
6	Pemahaman terkait peraturan kerjasasma					
Keuangan						
7	Biaya administrasi dan transakssi yang cukup tinggi					

KOMENTAR DAN SARAN

Silahkan memberi komentar dan saran terkait faktor faktor diatas, sesuai dengan pengalaman saudara dalam proyek efisiensi energi ESCO.

.....

.....

.....

.....

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Lampiran II

Fault Tree Analysis

