



TESIS - BM185407

**MANAJEMEN RISIKO DARI PERUBAHAN PERENCANAAN
PADA PROYEK *FEEDER VALVE LINE* DI INDUSTRI
KETENAGALISTRIKAN BATU BARA MENGGUNAKAN
*RISK FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (RFMEA)***

HERU SUBIYANTORO

09211950024033

Dosen Pembimbing:

Dr. Farida Rachmawati, S.T, M.T

**Departemen Manajemen Teknologi
Fakultas Desain Kreatif dan Bisnis Digital
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2021**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Manajemen Teknologi (M.MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Heru Subiyantoro

NRP: 09211950024033

Tanggal Ujian: 27 Juli 2021

Periode Wisuda: September 2021

Disetujui oleh:

Pembimbing:

1. **Dr. Farida Rachmawati, ST, MT.**
NIP: 198110142008122001

Farida
.....

Penguji:

1. **Dr. Ir. Endah Angreni, MT**
NIP:

Endah
.....

2. **Ir. Ervina Ahyudanari, ME, PhD**
NIP: 196902241995122001

Ervina
.....



Kepala Departemen Manajemen Teknologi
Fakultas Desain Kreatif Dan Bisnis Digital

Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP
NIP: 196912311994121076

MANAJEMEN RISIKO DARI PERUBAHAN PERENCANAAN
PADA PROYEK *FEEDER VALVE LINE* DI INDUSTRI
KETENAGALISTRIKAN BATU BARA MENGGUNAKAN
RISK, FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (RFMEA)

Nama Mahasiswa : Heru Subiyantoro
NRP : 09211950024033
Pembimbing : Dr. Farida Rachmawati, ST, MT.

ABSTRAK

Industri ketenagalistrikan batu bara merupakan salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang industri ketenagalistrikan. Listrik yang dihasilkan merupakan hasil dari unit Boiler yang menggunakan bahan bakar batubara. Dalam operasionalnya terdapat modifikasi pada *Feeder Valve Line* yang merupakan bagian unit sistem dari Boiler. Pada sistem line tersebut *fly ash* hasil pembakaran batubara di salurkan melalui pipa dengan lapisan material yang sesuai dari karakter material tersebut. Industri ketenagalistrikan batu bara bekerja sama dengan kontraktor dalam proses eksekusi proyek. Terdapat beberapa potensi risiko dari proses modifikasi *feeder valve line* yang akan terjadi, sehingga manajemen risiko perlu dilakukan agar dapat dilakukan mitigasi risiko, terutama risiko yang besar. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui risiko terhadap penggantian *feeder valve* yang sesuai dengan menggunakan metode *Risk Failure Mode Effect Analysis* (RFMEA). Metode pengumpulan data untuk penilaian risiko dengan melakukan *Focus Group Discussion* (FGD) untuk menentukan kemungkinan, dampak dan deteksi dari setiap risiko. Output dari RFMEA adalah *Risk Priority Number* (RPN), kemudian grafik Pareto akan digunakan untuk menentukan peringkat prioritas risiko. Lapisan ceramic terkelupas, line pipa tangki silo penampung fly ash berubah, dan sambungan pipa tidak sesuai dengan standart dan mudah terlepas merupakan risiko dengan RPN tertinggi masing-masing dengan skor 800, 720, dan 432. Respon risiko dilakukan untuk risiko dengan RPN tertinggi. Jenis respon risiko berupa *risk avoidance* akan dilakukan terhadap risiko-risiko kritis. Bentuk respon risiko berupa sistem penyambungan harus menggunakan Flands yang sesuai standard untuk menghindari lapisan Ceramic dalam pipa yang terkelupas, mengubah

sudut dan radius Elbow menyesuaikan Line Existing sehingga tidak sampai merubah ketinggian tangki silo, dan ditambahkan *Reducer* transisi dari pipa 4 inchi ke 5 inchi lengkap dengan Flanges, sehingga proses penyambungan ke Pipa Existing sesuai standard.

Kata Kunci: *Feeder Valve, Risk Failure Mode Effect Analysis (RFMEA), Manajemen Risiko.*

RISK MANAGEMENT OF CHANGES OF FEEDER VALVE LINE PROJECT PLAN IN ELECTRICAL INDUSTRY USING RISK, FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (RFMEA)

By : Heru Subiyantoro

Student ID : 09211950024033

Supervisor : Dr. Farida Rachmawati, ST., MT

ABSTRACT

Coal power industry is one of the power generation plant industry companies which produces electricity using boiler with combustion of coal for energy production. Modification of feeder valve line, which is a part of boiler system unit has made during operational process. In this system line, combusted fly ash is distributed through pipes with a layer of material that matches the characteristics of the material. In order to execute the project, coal power industry has been cooperated with contractor. There are several of potential risks of modification feeder valve line. Therefore, risk management is needed to perform as well as to mitigate the high risk. The objective of this thesis was to identify risks of feeder valve modification using Risk Failure Mode Effect Analysis (RFMEA). Focus group discussion (FGD) was used in data collection, to determine probability, impact and detection of each risk. The output of RFMEA was Risk Priority Number (RPN), which the risk priority was then ranked using Pareto. Chipped ceramic coating, changing fly ash silo tank pipeline, and new pipe not conforming to standards and easily detached are risks with the highest RPN with scored 800, 720, and 432 respectively. Risk response was conducted to high-risk variables. The risk response where form of a splicing system that must use Flanges according to standards to avoid peeling off the Ceramic layer in the pipe, change the angle and radius of the Elbow to adjust the Existing Line so that it does not change the height of the silo tank, and add a transition reducer from 4 inch to 5 inch pipe complete with flanges, so that the process of connecting to the Existing Pipe according to the standard.

Keyword: *Feeder Valve, Risk Failure Mode Effect Analysis (RFMEA), Risk Management.*

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmad dan karunia-Nya sehingga Proposal Tesis ini dengan Judul “Manajemen Risiko Dari Perubahan Perencanaan Pada Proyek *Feeder Valve line* Di Industri Ketenagalistrikan dengan Metode RFMEA “ini dapat terselesaikan. Selain itu ucapan terimakasih juga saya ucapkan kepada:

1. Orang tua, istri dan anak saya, atas segala doa dan dukungannya yang luar biasa sehingga saya bisa menyelesaikan semua ini dengan baik.
2. Ibu Dr. Farida Rachmawati, ST, MT selaku dosen pembimbing, yang telah banyak memberikan ilmu dan motivasi untuk saya dalam penyusunan Proposal Tesis ini
3. Seluruh rekan -rekan kerja pada PT. IPBS dan PT Kamanjaya Teknik Indonesia yang selalu memberikan motivasi informasi.
4. Seluruh , civitas akademika, dan segenap rekan – rekan Manajemen Proyek MMT ITS Tahun 2020 yang telah banyak memberikan semangat dan membantu untuk keperluan dalam penyusunan Proposal Tesis ini.

Saya sadar sebagai manusia yang jauh dari sempurna dan tidak luput dari dosa dan kesalahan. Mungkin proposal tesis ini tidak sempurna seperti yang kita harapkan, tetapi saya berharap agar laporan ini akan bisa bermanfaat bagi pembacanya.

Surabaya, 29 Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Batasan Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Kegiatan Operasional PLTU	7
2.2. <i>Feeder Valve Line</i>	11
2.3. Perubahan Desain Teknik (<i>Engineering Design Change</i>)	12
2.4. Manajemen Risiko pada suatu proyek.....	12
2.5. <i>Risk Failure Mode and Effect Analysis (RFMEA)</i>	18
2.6. Posisi Penelitian.....	22
BAB III.....	25
METODOLOGI	25
3.1. Metodologi Penelitian	25
3.2. Pengumpulan Data.....	26
3.5. Pengendalian Risiko	30
BAB IV.....	32
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1. Informasi umum Kontraktor.....	32

4.2	Bisnis Proses Perubahan Pekerjaan <i>Feeder Valve</i>	32
4.3.	Hasil Pengolahan Data	34
4.3.1.	Hasil diskusi FGD (<i>Focus Group Discussion</i>) Error! Bookmark not defined.	
4.3.2.	Identifikasi Risiko.....	35
4.4	Diskusi Level Risiko dan Analisis Data RFMEA	37
4.5	Perencanaan Respon Risiko untuk Risiko Prioritas	42
4.6.	Diskusi dan Pembahasan.....	42
4.7	Implikasi Manajerial	Error! Bookmark not defined.
BAB V.....		45
KESIMPULAN DAN SARAN.....		45
5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran.....	46

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2. 1 TAMPILAN BAGIAN RINCI DARI FEEDER	11
GAMBAR 2. 2 MODEL MANAJEMEN RISIKO PADA PROYEK	13
GAMBAR 3. 1 SKEMA METODOLOGI PENELITIAN	25
GAMBAR 4. 1 SKEMA PROSES PRODUKSI.....	33
GAMBAR 4. 2 <i>WORK BREAKDOWN STRUCTURE</i>	33
GAMBAR 4. 3 GRAFIK PERINGKAT RPN DENGAN METODE RFMEA	40
GAMBAR 4. 4 PENJELASAN LINE PIPA	41
GAMBAR 4. 5 PENJELASAN SAMBUNGAN PIPA	41
GAMBAR 4. 6 PENJELASAN SAMBUNGAN PIPA TIDAK STANDAR	42

DAFTAR TABEL

TABEL 1. 1 PERKIRAAN POTENSI RESIKO AWAL.....	2
TABEL 2. 1 ANALISIS ALASAN PERUBAHAN.....	12
TABEL 2. 3 PENELITIAN TERDAHULU.....	23
TABEL 3. 1 KARAKTERISTIK RESPONDEN.....	26
TABEL 3. 2 NILAI OCCURRENCE.....	28
TABEL 3. 3 NILAI <i>SEVERITY</i>	28
TABEL 3. 4 KEMUNGKINAN DETEKSI (<i>DETECTION</i>).....	29
TABEL 4. 1 IDENTIFIKASI AKTIFITAS.....	34
TABEL 4. 2 IDENTIFIKASI RISIKO.....	1
TABEL 4. 3 NILAI PERINGKAT <i>OCCURANCE</i>	37
TABEL 4. 4 NILAI PERINGKAT <i>SEVERITY</i>	37
TABEL 4. 5 NILAI PERINGKAT <i>DETECTION</i>	38
TABEL 4. 6 NILAI O,S, D DAN RPN.....	39
TABEL 4. 7 RISIKO KRITIKAL BERDASARKAN FMEA.....	40
TABEL 4. 8 RESPON RISIKO.....	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sebagai perusahaan yang bergerak di bidang ketenagalistrikan yang memasok kebutuhan daya listrik, PLTU membutuhkan adanya panas yang digunakan untuk memanaskan air. Panas dipasok dari bagian yang disebut *Boiler Combustion*, sementara *combustion* akan membuang gas hasil pembakaran yang mengandung banyak debu. Mengingat bahan bakar yang digunakan adalah batubara, sisa hasil pembakaran berupa gas asap dibuang ke udara lepas. Hal ini dapat mengakibatkan polusi (pengotoran) udara terhadap lingkungan dengan kadar pencemaran yang tinggi serta dapat membahayakan makhluk hidup di sekitarnya.

Salah satu cara yang digunakan untuk mengatasi bahaya pencemaran terhadap lingkungan yaitu dengan menggunakan suatu sistem yang dapat menanggulangi pencemaran udara. Sistem ini sekiranya dapat menyaring gas asap dari hasil pembakaran batubara disebut *fly ash* atau abu terbang agar tidak menyebabkan polusi udara. *Fly ash* atau abu terbang, juga dikenal sebagai abu bahan bakar bubuk di Inggris, adalah produk pembakaran batubara yang terdiri dari partikulat (partikel halus dari bahan bakar yang terbakar) yang dikeluarkan dari *boiler* berbahan bakar batubara bersama dengan gas buang. Abu yang jatuh ke dasar ruang bakar boiler (biasa disebut kotak api) disebut *bottom ash* (Ahmaruzzaman, 2010). Di pembangkit listrik tenaga batubara modern, abu terbang umumnya ditangkap oleh *precipitator elektrostatik* atau peralatan filtrasi partikel lainnya sebelum gas buang mencapai cerobong asap. Dalam kinerja pemindahan material *fly ash* tersebut sering juga disebut dengan transporter. Ilustrasi dari kinerja *Flowline feeder valve* adalah *Feeder valve* berada pada posisi terbuka. Dengan bantuan ID fan, *fly ash* akan dialirkan melalui pipa diameter 8-inch menuju *feeder valve* dalam posisi kepadatan tertentu *feeder valve* akan terbuka dengan kontrol *pneumatic* sehingga *fly ash* akan mengalir ke tangki penampungan dan yang selanjutnya dialirkan kembali dengan pipa 4-inch menuju penampungan akhir.

Bahan bakar batu bara yang digunakan pada industri tenaga listrik mengalami permasalahan dalam penanganan abu terbang hasil utilitas dari unit *boiler* yang digunakan, yaitu pipa *feeder valve* dari unit *boiler* perlu dilakukan perbaikan dan pergantian. Apabila terjadi kesalahan dalam pergantian pipa *feeder valve* dapat berakibat terhadap distribusi listrik yang dihasilkan. Oleh karena itu perusahaan tersebut untuk mengeksekusi proyek ini telah bekerja sama dengan salah satu kontraktor dalam melakukan penanganan sistem utilitas dari pengolahan batu bara yang digunakan. Salah satunya dalam penanganan *fly ash* dari pengoperasin *boiler* yang ada. Namun terdapat beberapa kendala dari proses kerja sama tersebut diantaranya yaitu:

1. Komunikasi antara penyedia jasa dan kontraktor
2. Desain tidak sesuai kontrak
3. Pengalaman dari *enjinier* oleh penyedia jasa
4. Perubahan beberapa unit satuan dalam kontrak

Permasalahan di atas menunjukkan bahwa adanya potensi risiko awal terhadap kontrak proyek oleh perusahaan ketenagalistrikan dan kontraktor sehingga perlu dilakukan manajemen risiko mulai dari proses identifikasi, penilaian, evaluasi, pengendalian dan pengkajian risiko dengan salah satu alat yang ada pada proses manajemen risiko yaitu *Risk Failure Mode Effect Analysis* (RFMEA). Dibawah ini Tabel 1.1 Perkiraan Potensi Resiko Awal hasil diskusi kedua belah pihak setelah melakukan pengecekan antara kontrak dan line existing.

Tabel 1. 1 Perkiraan Potensi Resiko Awal

Kegagalan (<i>Failure</i>)	Potensi Risiko (perkiraan awal)
Dimensi dan tipe pipa <i>feeder valve</i> tidak sesuai.	<i>Fly ash</i> merupakan hasil pembakaran dari boiler apabila tidak dapat beroperasi secara layak, sehingga mengakibatkan distribusi listrik kepelanggan akan terhambat karena Dimenasi dan tipe pipa <i>feeder valve</i> tidak sesuai
Desain tidak sesuai draft kontrak.	Perubahan desain menyebabkan potensi proyek akan terlambat sehingga tidak

Kegagalan (<i>Failure</i>)	Potensi Risiko (perkiraan awal)
	sesuai jadwal.
Komptensi dari <i>enjiner</i> tidak sesuai.	Terdapat <i>miscommunication</i> enjiner dari penyedia jasa dan kontraktor dikarenakan tidak memadai, sehingga berpotensi menyebabkan eksekusi dari perubahan desain menyebabkan deviasi atau penyimpangan yang berdampak ke jadwal dan biaya proyek.
Perubahan beberapa unit satuan dalam kontrak	Adanya perubahan unit satuan dalam kontrak dikarenakan menyesuaikan kondisi dilapangan karena perubahan desain, berpotensi mengakibatkan perlu adanya peninjauan terhadap draft kontrak sehingga dapat mengakibatkan penambahan biaya.

Dengan demikian risiko untuk meminimalisir risiko terhadap biaya, jadwal dan teknis yang teridentifikasi harus dapat di kendalikan dan diawasi oleh Industri ketenagalistrikan dan kontraktor terkait sesuai dengan manajemen risiko pada suatu proyek.

1.2. Perumusan Masalah

1. Risiko apa yang ditimbulkan dari perubahan perencanaan pipa pada *Feeder Valve*?
2. Bagaimana frekuensi, dampak, dan besarnya risiko kepada proyek terhadap pergantian dan perubahan material dari pipa pada *Feeder Valve Line* di Industri Ketenagalistrikan?
3. Bagaimana respon risiko terhadap risiko yang paling besar

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menganalisa risiko yang ditimbulkan dari perubahan perencanaan pipa pada *Feeder Valve*

2. Menganalisa frekuensi, dampak dan besarnya risiko kepada proyek terhadap pergantian dan perubahan material dari pipa pada *Feeder Valve Line* di Industri Ketenagalistrikan.
3. Menentukan respon risiko pada perubahan perencanaan pada proyek *Feeder Valve Line* di Industri Ketenagalistrikan.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat Praktis

1. Dengan mengetahui material lapisan pipa yang sesuai, maka perusahaan dapat meminimalisir dari proses *maintenance*.
2. Dengan mengetahui risiko yang akan terjadi pada *line feeder valve*, maka pelaku usaha bidang usaha sejenis dapat melakukan penilaian dan pengendalian untuk memperkecil kemungkinan atau dampak terhadap risiko yang akan terjadi.
3. Dapat mengalokasikan jadwal proyek sesuai dengan waktu yang telah disepakati oleh owner dan kontraktor.
4. Dengan menggunakan standar manajemen risiko mutu atau *Quality Risk Management* dengan *Risk Failure Mode Effect Analysis* (RFMEA), diharapkan setiap tahapan proses dari identifikasi, penilaian, pengendalian, dan pengkajian terhadap risiko yang akan terjadi dapat diawasi oleh semua pihak terkait yang ada dalam perusahaan. Oleh karena itu dapat meningkatkan kinerja dari perusahaan.

Manfaat Keilmuan

Bagi pengembangan ilmu yaitu dapat dijadikan sarana informasi dalam contoh perkembangan suatu sistem dan teknologi guna studi kasus manajemen risiko pada pengembangan proyek di industri Ketenagalistrikan

1.5. Batasan Penelitian

1. Identifikasi risiko hanya pada line feeder valve di Perusahaan ketenagalistrikan PT.IPBS
2. Manajemen risiko dilakukan dari sisi kontraktor PT. Kamanjaya Teknik Indonesia

3. Tim yang terlibat dari proses identifikasi yaitu pihak kontraktor sesuai dengan bidang keahliannya.
4. Proses penilaian faktor risiko menggunakan Risk Failures Mode and Effects Analysis (RFMEA)

1.6. Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tesis ini, diberikan uraian bab yang berurutan guna mempermudah pembahasannya sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini merupakan pengantar permasalahan yang dibahas, seperti latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, sistematika penulisan laporan.

BAB II: LANDASAN TEORI

Merupakan penjelasan secara terperinci mengenai teori-teori yang dipergunakan sebagai landasan untuk memecahkan masalah. Memberikan penjelasan secara garis besar metode yang digunakan oleh peneliti sebagai alat untuk pemecah masalah. Adapun teori dan metode yang mendukung antara lain: pengertian kegagalan, Risk failure mode and effects analysis (RFMEA), variable RFMEA, langkah – langkah implementasi RFMEA dan *Project Risk Management*.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Membahas mengenai kerangka dalam memecahkan suatu masalah serta menjelaskan secara garis besar bagaimana langkah-langkah pemecahan masalah dengan menggunakan metode, cara pengumpulan data, dan pengolahan data yang dilakukan.

BAB IV: HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang pembahasan terhadap data-data yang didapat dalam penelitian yang menggunakan teori yang menjadi landasan, juga diuraikan cara-cara pemecahan masalah dan penyusunan suatu penyelesaian dalam pengumpulan dan pengolahan data. Analisis data berisi analisis dan pembahasan secara keseluruhan atas data-data yang telah dikumpulkan, baik pembahasan alternatif yang dikembangkan maupun informasi yang dapat mendukung pengambilan keputusan.

BAB V: PENUTUP

Merupakan bab terakhir yang berisikan kesimpulan yang diperoleh dari analisis pemecahan masalah maupun hasil pengumpulan data yang isinya sesuai dengan tujuan awal penelitian, serta saran-saran perbaikan atau anjuran yang berguna dan dapat diterapkan dalam perusahaan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kegiatan Operasional Perusahaan ketenaga listrikan batu bara

Kebutuhan akan energi listrik di Indonesia cenderung meningkat. Direktur Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian ESDM Rida Mulyana menjelaskan bahwa pada tahun 2020 konsumsi listrik per kapita nasional setara 95% dari target 1.142 kWh/kapita yaitu berada di level 1.089 kWh/kapita. Sementara itu, produksi tenaga listrik nasional meleset dari target yaitu hanya mencapai 80% dari target awal sebesar 272,42 TWh pada tahun lalu. Target awal yang ditetapkan oleh pemerintah sebesar 339,082 TWh (Andi, 2021). Untuk menanggulangi kekurangan produksi tenaga listrik nasional, salah satu solusinya yaitu dengan menggunakan PLTU. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) adalah jenis pembangkit yang menggunakan “uap panas” untuk memutar turbin. Uap panas yang digunakan bisa berasal dari proses penguapan air melalui boiler, pembangkit ini menggunakan bahan bakar batubara atau bahan bakar minyak untuk memanaskan air. Tingginya volume pasokan batubara baik secara global maupun di Indonesia serta harganya yang rendah menjadikan PLTU batubara sebagai salah satu pembangkit listrik dengan tingkat produksi tertinggi. Pada PLTU, batubara digunakan sebagai bahan bakar boiler untuk menghasilkan energi panas yang kemudian berfungsi untuk mengubah fasa fluida kerja dari cair menjadi uap. Energi kinetik yang terkandung dalam uap tersebut kemudian digunakan untuk memutar turbin yang terhubung dengan generator. Salah satu masalah utama penggunaan batu bara dalam pembangkit listrik adalah tingginya emisi CO₂ yang merupakan produk sampingan dari proses pembakaran batu bara.

Salah satu kebijakan yang diambil pemerintah untuk mengatasi masalah tersebut adalah program percepatan 10000 MW dengan membangun PLTU (PT. IPBS) 2x50 MW. Sementara itu ketersediaan energi listrik yang dihasilkan oleh PLTD, PLTG/GU dan PLTA yang menyuplai kebutuhan listrik di wilayah Sulawesi Selatan, belum mampu memenuhi permintaan masyarakat yang semakin meningkat. Sehingga diharapkan dengan dibangunnya pembangkit ini maka PLN akan mampu memenuhi kebutuhan listrik di wilayah Sulawesi

Selatan dan sekitarnya. Secara geografis PLTU terletak S 4° 17. 87 2. dan E 119° 37. 75 3. atau tepatnya di dusun Bawasalo, desa Lampoko, kecamatan Balusu 2 km dari jalan utama trans Sulawesi Makassar-Parepare, kira-kira 15 km dari kota Barru dan 110 km dari kota Makassar, Sulawesi Selatan.

Desain *gross output* dari generator untuk masing-masing unit adalah 60 MW. Adapun *owner* untuk PLTU adalah PT. PLN (Persero) dengan alamat di Jl. Trunujoyo Blok M I/135, kebayoran Baru, Jakarta 12160, Indonesia. PLTU yang dibangun menggunakan bahan bakar batubara berkalori rendah (LHV: 3800 - 4100 kcal/kg) memerlukan batubara per tahun sebesar 564.000 ton dan diangkut menggunakan *barge*/tongkang menuju ke PLTU melalui jetty sebagai sarana pelabuhan khusus bongkar muat batubara dan energi listrik yang dihasilkan PLTU disalurkan melalui Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV ke Gardu Induk (GI) 150 kV Parepare sepanjang ± 40 Km dan Gardu Induk 150 kV Pangkep sepanjang ± 50 Km.

Setelah beroperasi kurang lebih 2 tahun, tepat tanggal 1 Juni 2014 Perusahaan ketenga listrikan tersebut yaitu anak perusahaan PLN mengambil alih pengoperasian PLTU. Sehingga per tanggal 1 Juli 2014 hingga sekarang Perusahaan tersebut mengelola operasi dan maintenance dari unit PLTU tersebut.

2.1.1. Bagian -bagian PLTU Batu bara

PLTU adalah mesin pembangkit yang terdiri dari bagian utama dan peralatan penunjang / peralatan bantu. Bagian utama dari PLTU pada umumnya adalah:

a) *Boiler*

Boiler berfungsi untuk mengubah air (*feed water*) menjadi uap panas lanjut (*superheated steam*) yang akan digunakan untuk memutar turbin.

b) Turbin Uap

Turbin uap berfungsi untuk mengonversi energi panas yang dikandung oleh uap menjadi energi putar (energi mekanik). Poros turbin dikopel dengan poros generator sehingga ketika turbin berputar generator juga ikut berputar.

- c) Kondensor
Kondensor berfungsi untuk mengkondensasikan uap bekas dari turbin (uap yang telah digunakan untuk memutar turbin).
- d) Generator
Generator berfungsi untuk mengubah energi putar dari turbin menjadi energi listrik.

Sedangkan peralatan penunjang terdiri dari:

- a) *Water Treatment Plant* (WTP)
Water Treatment Plant berfungsi sebagai proses kimiawi dengan cara mengikat unsur anion dan kation pada air baku dengan menggunakan resin yang berada pada sebuah *Vessel (mixed bed polisher)* guna mendapatkan *conductivity* yang diharapkan.
- b) *Water Cooling System*
Water Cooling System berfungsi sebagai pendingin untuk mendinginkan komponen-komponen atau peralatan-peralatan yang beroperasi pada unit pembangkit sehingga komponen atau peralatan tersebut terhindar dari kerusakan yang diakibatkan oleh panas yang berlebih (*over heating*).
- c) *Coal Handling System*
Coal Handling System berfungsi menangani mulai dari pembongkaran batubara dari kapal/tongkang (*unloading area*) sampai ke area penimbunan/penyimpanan di *stockpile* ataupun langsung pengisian ke bunker (*power plant*), yang selanjutnya digunakan untuk pembakaran di *boiler*.
- d) *Ash Handling System*
Ash Handling System berfungsi untuk menampung abu sisa hasil pembakaran dan kemudian disalurkan ke tempat pembuangan akhir (*ash valley*). Pada sistem *Ash Handling*, abu dibagi menjadi dua yaitu *Fly Ash* (abu kering) dan *Bottom Ash* (abu basah).

2.1.2. *Fly Ash* hasil dari unit pembangkit ketenagalistrikan

Sejak ditemukan proses penggalian batubara dengan skala luas untuk pembangkit listrik yang dimulai pada tahun 1920-an, jutaan ton abu

dan produk sampingan telah dihasilkan. Produksi tahunan dari abu batubara di seluruh dunia saat ini diperkirakan sekitar 600 juta ton, dengan abu terbang (*fly ash*) sekitar 500 juta ton dengan 75–80% dari total abu yang diproduksi (Joshi RC, Lothia RP, 1997). Sehingga, banyaknya limbah batubara (*fly ash*) yang dikeluarkan oleh pabrik dan pembangkit listrik tenaga panas telah meningkat di seluruh dunia, dan pembuangan abu terbang dalam jumlah besar telah menjadikan masalah lingkungan yang serius. Pemanfaatan abu saat ini di seluruh dunia sangat bervariasi dari minimal 3% hingga maksimal 57%, namun rata-rata dunia hanya berjumlah 16% total abu (Joshi RC, Lothia RP, 1997). Sejumlah besar abu masih dibuang ke tempat pembuangan akhir dan / atau laguna dengan biaya yang signifikan untuk proses pengolahan.

Karena partikel *fly ash* dianggap sangat mencemari dan berpotensi beracun ketika gas buang terpapar secara langsung. Penelitian tentang aplikasi potensial limbah ini memiliki relevansi lingkungan, sebagai tambahan kepentingan industri. Sebagian besar abu terbang yang dihasilkan dibuang pada tempat pembuangan sampah, hal ini akan menimbulkan masalah baru terhadap kelestarian lingkungan. Penelitian yang cukup besar sedang dilakukan di seluruh dunia dalam penggunaan bahan limbah untuk mencegah peningkatan ancaman racun terhadap lingkungan, atau untuk merampingkan pembuangan limbah saat ini dengan teknik yang dapat membuatnya lebih terjangkau dan efisien. Oleh karena itu, sebuah solusi yang layak secara ekonomi untuk masalah ini harus mencakup pemanfaatan bahan limbah untuk produk baru seperti batu bata, semen dan sebagai bahan pencampur bahan tambahan dalam konstruksi.

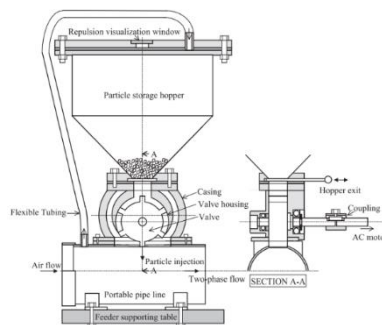
Dari perspektif pembangkit listrik, *fly ash* adalah limbah material, sedangkan dari perspektif pemanfaatan batubara, *fly ash* adalah sumber daya yang belum dimanfaatkan sepenuhnya oleh produsen listrik termal. Dengan demikian perlu mencari cara untuk mengeksploitasi *fly ash*. Industri semen mungkin menggunakannya sebagai bahan baku untuk produksi beton. *Fly ash* dari hasil pembakaran batubara yang dibuang dari pembangkit listrik juga dapat dimanfaatkan sebagai produk sampingan, dan penggunaannya dalam bahan daur ulang untuk pertanian dan Teknik

konstruksi juga sedang dipelajari (Iyer, 2001). Konversi *fly ash* menjadi zeolit juga telah banyak diteliti (Querol, et al. 2002).

2.2. Feeder Valve Line

Pada proses transportasi selanjutnya *fly ash* akan didistribusikan melalui pipa *feeder valve*, dimana pengumpan (*feeders*), secara umum diklasifikasikan menjadi dua kategori utama, volumetrik dan gravimetri. Pengumpan volumetrik, seperti pengumpan sekrup, sikat, dan katup putar, mengeluarkan volume partikel sebagai fungsi waktu, sementara pengumpan gravimetri, seperti sabuk dan perangkat getaran, menimbang massa partikel yang dikirim. Masing-masing jenis feeder ini memiliki kelebihan dan kekurangan terkait dengan sensitivitas feed rate, kapasitas feed rate, kesulitan konstruksi, kesederhanaan pengoperasian, pemeliharaan, dan biaya (L.Tang, 1999; C.Parker, 2000).

Pengoperasian pengumpan (*feeder*) katup putar konvensional didasarkan pada injeksi partikel granular yang mengalir bebas dari *hopper* ke dalam aliran fluida atau jalur proses dengan menggunakan katup putar. Pengumpan katup putar adalah salah satu pengumpan jenis volumetrik yang banyak digunakan karena keunggulan biaya rendah, konstruksi mudah, keandalan untuk tingkat pengumpanan yang tinggi dan rendah, dan kesederhanaan pengoperasian. Namun demikian beberapa kekurangan, seperti; *feeder* tidak stabil, terutama pada kecepatan makan rendah (M. Scheibe, et al.(1997) ; M.Ayik (1990), partikel menempel di kantong katup (M.Y.Gundogdu,1995), lengkung saling mengunci atau kohesif dari partikel yang terbentuk di atas katup di hopper (J. Marinelli dan J.W. Carson,1992), dan tolakan kembali partikel kepadatan rendah ke dalam hopper ketika tingkat material dalam hopper menurun di bawah nilai kritis (M.Ayik,1990 ; M.Y.Gundogdu,1995). Gambar detail dari Feeder Valve Line dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah ini



Gambar 2. 1 Tampilan Bagian Rinci dari Feeder

2.3. Perubahan Desain Teknik (*Engineering Design Change*)

Perubahan Desain Teknik (*Engineering Design Change*) adalah konten penting dari manajemen kontrak proyek, dan secara langsung berkaitan dengan manfaat ekonomi dari setiap pihak dalam kontrak, dan itu juga dapat mengarah pada penyelesaian perselisihan, klaim teknik dan begitu seterusnya. Memahami perubahan desain teknik dalam proses pelaksanaan proyek dengan benar, mengidentifikasi faktor risiko yang ditimbulkan secara akurat, dan menganalisis faktor risiko dengan menggunakan prinsip pembagian risiko, dapat menangani sengketa perubahan desain teknik secara wajar dan efektif, serta memiliki arti penting untuk mengurangi masalah kontrak terkait terjadi dalam proses pelaksanaan proyek dan mempertahankan hak kontrak proyek yang sah. Dari literatur (Yin Yilin dan Xie Qiang ,2010) yang ada menunjukan beberapa alasan dari perubahan desain teknik sesuai tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Analisis Alasan Perubahan

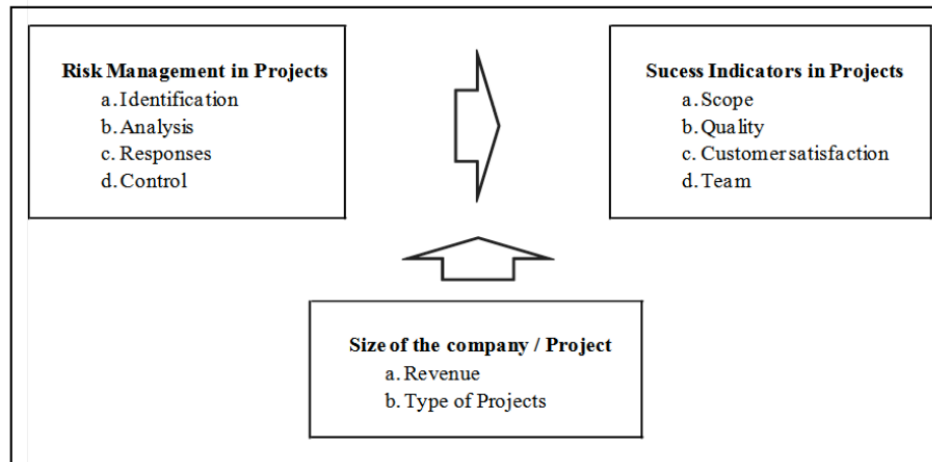
Construction stage	Reasons of engineering change	Classification	Claim fee (¥10,000)
Basic construction stage	Undetailed design causes dredging and filling and compacting river embankment costs	Design change	29.07
	Undetailed geologic exploration causes water precipitation plan changed	Design change	40.4
	Wrong design size causes basement ramp construction standard changed	Design change	3.2
	The project owner requires adding makeshift road	Addition	3.5
	The contractor causes piles construction plan changed	Construction change	4.13
Subject	Roofing construction changed	Construction change	21.82
	Reasonable suggestion of roofing water barrier	Construction change	5.25
	Concrete mixed additive	Construction change	11.87
	The project owner requires basement parking garage construction plan	Construction change	3.6
Decoration stage	Flooring construction plan changed	Construction change	60
	Sunshade construction plan changed	Construction change	20.4
	Outside wall dope area added	Plan change	12.8
Project completion stage	Inspection fees of convert engineering	Plan change	2.6
	Septic tank improvement construction	Addition	32.1
Total	14 items		250.74

Berdasarkan tabel di atas dari perubahan teknik dapat berakibatkan biaya klaim terhadap klasifikasi perubahannya. Oleh karena itu dalam mengantisipasi perubahan desain tersebut perlu adanya manajemen risiko pada suatu proyek.

2.4. Manajemen Risiko pada suatu proyek

Tujuan utama manajemen risiko adalah untuk mengurangi dampak negatif dari risiko yang terjadi dengan mengenali dan mengelola ancaman untuk mencegah potensi kerugian dan meningkatkan daya tanggap organisasi terhadap risiko yang terjadi. Manajemen risiko secara khusus bertujuan untuk meningkatkan transparansi mengenai risiko (Sanchez et al., 2009), meningkatkan pengambilan keputusan (McFarlan, 1981), dan meningkatkan

kapasitas penanganan risiko (Lee et al., 2009). Dimana mengenai manajemen risiko pada suatu proyek dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2. 2 Model Manajemen Risiko pada Proyek

2.4.1. Terminologi Risiko

Sementara literatur tentang manajemen risiko sangat banyak, definisi dan arti dari beberapa istilah kunci yang serupa di lapangan tidak konsisten. Panduan untuk Badan Pengetahuan Manajemen Proyek PMBOK® Guide (PMI, 2000) mendefinisikan proses manajemen risiko yang terdiri dari enam langkah:

- **Langkah 1:** Perencanaan manajemen risiko (*Planning*).

Pada tahap perencanaan dimana *Stakeholder* perlu memiliki rencana yang tepat guna memastikan suatu proyek akan dapat terselesaikan sesuai dengan draf kontrak yang telah disepakati oleh pemberi jasa maupun pihak kontraktor. Sehingga perencanaan manajemen risiko perlu dilakukan oleh tim yang ahli sesuai dengan bidangnya, dengan tujuan dapat mentukan setiap risiko yang mungkin akan terjadi sesuai dengan data yang disajikan.

- **Langkah 2:** Identifikasi risiko (*Identification*).

Identifikasi risiko merupakan aktivitas terpenting dalam manajemen risiko. Selain observasi risiko proyek tunggal, risiko portofolio perlu dipertimbangkan termasuk risiko struktural, risiko komponen, dan risiko keseluruhan (Project Management Institute, 2008b). Ini termasuk identifikasi, penilaian, dan pengelolaan saling ketergantungan dan konflik tujuan antara proyek (Lee et al., 2009;

Sanchez et al., 2009). Pengetahuan ini memungkinkan analisis apakah masalah dari satu proyek dapat ditransfer keproyek lain, karena kekurangan sumber daya dalam satu proyek dapat mempengaruhi proyek lain (Kitchenham et al., 2002). Namun, mungkin manajer risiko gagal untuk mengawasi saling ketergantungan dan, oleh karena itu, cenderung mengabaikan risiko yang dapat diramalkan dengan proses dan budaya manajemen risiko yang lebih baik.

- **Langkah 3:** Analisis dan evaluasi risiko kualitatif / kuantitatif (*Analysis and Evaluation*).

Dalam melakukan analisis suatu risiko didasarkan pada 3 hal yaitu

- a) Menganalisis tingkat keparahan risiko (*Severity*) berdasarkan bahaya atau akibat pada suatu proyek terlepas dari setiap kendali pencegahan atau deteksi yang ada.
- b) Menganalisis kemungkinan terjadinya risiko (*Occurrence*) berdasarkan data atau input secara teknis dari *subject matter experts*.
- c) Menganalisis kemungkinan (*Occurrence*) untuk mendeteksi salah satu komponen risiko (contohnya, bahaya, kerusakan, situasi berbahaya) berdasarkan control saat ini.

Sedangkan untuk mengevaluasi risiko yaitu dengan menghitung *Risk Priority Numbers (RPN)* untuk mengevaluasi risiko yang teridentifikasi.

- **Langkah 5:** Perencanaan respons risiko, dan (*Prevention / Mitigation*).

Strategi utama untuk merespons risiko adalah menghindari risiko, pengalihan risiko, dan mitigasi risiko (Proyek Lembaga Manajemen, 2008b). Penghindaran risiko mungkin menyiratkan suatu perubahan dalam struktur portofolio, misalnya dengan menghentikan sebuah proyek. Transfer risiko berarti pihak ketiga yang mengambil tanggung jawab atas risiko (misalnya, asuransi, pemasok, atau pelanggan). Respon risiko melibatkan penurunan risiko probabilitas atau dampak risiko. Tindakan manajemen risiko

bisa baik fokus pada penyebab risiko (respons risiko etiologis tindakan) atau konsekuensi risiko (risiko paliatif tindakan respons). Tindakan respons risiko etiologis mungkin membantu mengurangi kemungkinan terwujudnya risiko dan meningkatkan fleksibilitas dan kemampuan untuk bereaksi bersama menurunkan biaya. Tindakan paliatif dimaksudkan untuk mengurangi dampak dari efek negatif (Thun dan Hoenig, 2011).

- **Langkah 6:** Pemantauan dan pengendalian risiko (*Monitoring*).

Tinjauan berkala terhadap risiko dan komunikasi hasil tinjauan kepada pemangku kepentingan yang bertanggung jawab secara positif terkait dengan keberhasilan proyek s (de Meyer et al., 2002; Deutsch, 1991). Pemantauan risiko dimaksudkan untuk mengidentifikasi risiko yang baru terjadi pada keadaan awal dan meningkatkan daya tanggap organisasi, karena manajer portofolio proyek dapat mengalokasikan kembali sumber daya saat risiko terwujud. Selain itu, efektivitas tindakan respons risiko dapat dipantau. Pengetahuan tentang tindakan respons risiko apa yang berhasil dan risiko teridentifikasi mana yang benar-benar berhasil mewujudkan memungkinkan manajer untuk mentransfer pengetahuan dari satu proyek ke proyek lainnya. Pelajaran yang didapat, pada gilirannya, dapat meningkatkan kapasitas penanganan risiko dan asumsi untuk proyek masa depan menjadi lebih realistis. Perlu diselidiki apakah manfaat ini membenarkan biaya pemantauan risiko dalam hal tenaga kerja (Kutsch dan Hall, 2009)

Risiko proyek didefinisikan sebagai ketidakpastian terhadap suatu peristiwa atau kondisi yang jika terjadi memiliki efek positif atau negatif pada tujuan proyek (PMI, 2000). Penulis telah menggunakan berbagai istilah untuk menggambarkan atribut probabilitas dari peristiwa risiko tersebut seperti, "probabilitas", "kemungkinan", "probabilitas kemunculan", dan "frekuensi kemunculan". Skala yang digunakan untuk peringkat probabilitas ini berkisar dari rendah, sedang, dan tinggi, 1 hingga 10, 0 hingga 1.0, atau skala nonlinier atau linier lainnya.

Perbedaan tersebut tidak berhenti pada nilai probabilitas. Atribut kedua yang biasanya dikaitkan dengan peristiwa risiko adalah apa yang

disebut "dampak", "keparahan", "konsekuensi", atau "jumlah yang dipertaruhkan". Bahkan PMBOK® Guide (2000) mencampurkan kata dampak dan konsekuensi dalam diskusi tentang alat dan teknik untuk analisis risiko kualitatif pada bagian 11.3.2.1. Atribut dampak didefinisikan sebagai "efek pada tujuan proyek jika peristiwa risiko terjadi" (PMI, 2000).

Arti dari probabilitas gabungan dan nilai dampak bervariasi. Bergantung pada preferensi penulis untuk menamai dua atribut risiko, kombinasi tersebut disebut nilai yang diharapkan (Lukas, 2002 ; PMI Risksig Lexicon, 2003; Pritchard, 2000), skor risiko (PMI, 2000), keparahan risiko (Graves, 2000), skor PI (Hillson, 2000), eksposur risiko (Githens, 2002), atau status peristiwa risiko (Wideman, 1992, dan Royer , 2000) Identifikasi "matriks berpotongan" untuk faktor probabilitas dan keparahan. (Price, 1998). Risiko sebagai probabilitas dikalikan beberapa konsekuensi menggunakan pendekatan hirarki kesalahan probabilistik. Pengembangan matriks sembilan segmen untuk analisis risiko proyek langsung berdasarkan probabilitas yang mungkin terjadi (Datta dan Mukerjee 2001). Menggambarkan peringkat prioritas kuantitatif berdasarkan tabel probabilitas dan dampak (Pyra dan Trask, 2002). Model lainnya menggunakan fungsi matematika yang mendefinisikan faktor risiko sebagai perkalian bilangan faktor probabilitas dan konsekuensi sesuai persamaan 2.1 (Kerzner, 2002).

$$\text{Risk Factors} = P_f + C_f - P_f \times C_f \quad (2.1)$$

Dimana,

- P_f merupakan probabilitas kegagalan karena derajat kedewasaan dan kompleksitas.
- C_f merupakan konsekuensi kegagalan karena faktor teknis, biaya, dan jadwal.

Jelas bahwa ada banyak cara untuk menangkap dampak risiko proyek. Metode yang dipilih organisasi tergantung pada situasinya. Untuk konsistensi dan komunikasi, terminologi yang digunakan harus sejalan dengan PMBOK® Guide (PMI, 2000). Metode RFMEA yang dijelaskan di sini sejalan dengan terminologi standar dan telah diterapkan pada berbagai jenis proyek di lingkungan teknologi yang tinggi.

2.4.2. *Project Risk Management*

Saat ini, mengelola risiko secara efektif merupakan elemen penting dari manajemen proyek yang sukses. Manajemen risiko yang tepat dapat membantu manajer proyek untuk mengurangi risiko yang diketahui dan tidak terduga pada semua jenis proyek. Kegagalan melakukan manajemen risiko yang efektif dapat menyebabkan proyek melebihi anggaran, terlambat dari jadwal, kehilangan target kinerja kritis, atau menunjukkan kombinasi dari suatu masalah.

Pada tahun 1999, Standish Group melaporkan bahwa hanya 26% proyek perangkat lunak yang berhasil. Dalam studi lain di berbagai jenis proyek pembangunan, dilaporkan angka yang serupa, di mana hanya sekitar seperempat dari semua proyek yang memasuki tahapan pembangunan menjadi sukses atau penyelesaian proyek yang berhasil sangat bergantung pada identifikasi risiko awal secara langsung (Datta dan Mukerjee, 2001). Penggunaan analisis faktor, mengonfirmasi hipotesis mereka bahwa risiko berdampak buruk pada keberhasilan proyek untuk pengembangan perangkat lunak (Jiang et al. 2002).

Memang ada sejumlah faktor yang menentukan sukses tidaknya suatu proyek, namun tampaknya kegagalan dalam melakukan manajemen risiko yang memadai akan meningkatkan kemungkinan kegagalan. Aksioma lama, "gagal merencanakan berarti berencana gagal," tampaknya berlaku untuk risiko. Memiliki metode yang efektif untuk merencanakan dan mengelola risiko proyek yang mudah dipahami, digunakan, dan diterapkan oleh tim proyek sangatlah penting. Ketika proyek meningkat dalam kompleksitas dan ukuran, mengambil pendekatan multidisiplin untuk manajemen proyek membutuhkan perhatian yang tepat untuk manajemen risiko. Manajemen risiko sederhana salah satunya yaitu *Risk FMEA* yang telah terbukti bermanfaat untuk mengelola risiko pada suatu proyek dan meningkatkan keberhasilan proyek.

2.5. Risk Failure Mode and Effect Analysis (RFMEA)

2.5.1. Definisi Proyek Risk FMEA (RFMA)

Penamaan standar ke RFMEA, file definisi yang diadopsi untuk pekerjaan ini digunakan sedemikian rupa untuk menyelaraskan dengan Guide PMBOK® (PMI, 2000). Definisi dari sebuah risiko seperti yang dikutip sebelumnya mendefinisikan lebih lanjut probabilitas risiko sebagai kemungkinan terjadinya risiko. Untuk RFMEA istilah kemungkinan *Occurrence* digunakan untuk atribut risiko karena dapat digunakan untuk pada skala probabilitas yang sebenarnya tidak dimungkinkan untuk semua risiko. Atribut kedua diberi label dampak. Selanjutnya, perkalian nilai kemungkinan dan nilai dampak untuk risiko tertentu didefinisikan sebagai skor risiko.

Failure Mode Effect Analysis (FMEA) telah lama digunakan sebagai alat perencanaan selama pengembangan proses, produk, dan layanan. Dalam mengembangkan FMEA, tim mengidentifikasi mode kegagalan dan tindakan yang dapat mengurangi atau menghilangkan potensi kegagalan dari potensi risiko yang akan terjadi. Pendapat dari sekelompok pakar yang sesuai dengan bidang dan keahliannya, pengujian, kualitas, lini produk, pemasaran, manufaktur, dan pelanggan untuk memastikan bahwa potensial mode kegagalan teridentifikasi. FMEA kemudian digunakan selama penerapan produk atau layanan untuk pemecahan masalah dan tindakan korektif.

Standar Proses FMEA dengan mengevaluasi mode kegagalan untuk kejadian, keparahan, dan deteksi (Chrysler Corp., Ford Motor Co., dan General Motors Corp., 1995). Perkalian nilai-nilai ini mengarah pada apa yang dikenal sebagai angka prioritas risiko atau *Risk Priority Number* (RPN) sesuai Persamaan 2.2.

$$RPN = Occurrence \times Severity \times Detection \quad (2.2)$$

Dalam menggunakan pendekatan RFMEA, ada beberapa modifikasi yang diperlukan untuk format FMEA standar. Proyek RFMEA adalah alat untuk mengidentifikasi, mengukur, dan menghilangkan atau mengurangi risiko dalam sebuah lingkungan proyek versus dengan aspek

teknis produk sebagai identifikasi pada FMEA. RFMEA digunakan bersama dengan FMEA yang dikembangkan untuk desain produk, pengembangan proses, dan penyebaran layanan. Sampel FMEA standar dan Formulir RFMEA pada kolom "mode kegagalan" diganti dengan "peristiwa risiko". Kedua, "kejadian" disebut "kemungkinan". Ketiga, "tingkat keparahan" disebut "dampak". Nilai kemungkinan, dampak, dan deteksi ditetapkan oleh tim proyek berdasarkan tabel standar, tidak seperti yang disediakan untuk FMEA standar. Namun, definisi atribut dampak dapat dimodifikasi untuk lingkungan proyek (Graves, 2000). Pedoman untuk menetapkan kemungkinan, dampak, dan nilai deteksi untuk setiap risiko dalam RFMEA. Untuk sebuah proyek aktual, persentase biaya dan waktu dapat dikonversi ke total biaya berdasarkan proyeknya. Ini memungkinkan tim proyek untuk memahami besarnya risiko dalam hal waktu dan biaya. Skor risikonya adalah perkalian kemungkinan dan dampaknya. Nilai RPN adalah perkalian nilai kemungkinan, dampak, dan deteksi.

Penyimpangan terbesar dari standar FMEA adalah digunakan untuk atribut deteksi. Dalam FMEA standar, nilai deteksi tertinggi berarti organisasi tidak memiliki kemampuan deteksi yang tersedia untuk mendeteksi kesalahan, sedangkan nilai deteksi rendah dalam FMEA standar berarti organisasi memiliki suatu cara untuk mendeteksi kesalahan sebelum kegagalan dari operasional (100% setiap saat dapat terdeteksi).

Untuk RFMEA, teknik atau metode deteksi didefinisikan sebagai, "kemampuan untuk mendeteksi peristiwa risiko dengan waktu yang cukup untuk merencanakan kontingensi dan menindaklanjuti risikonya. " Jika tim terlewat dalam mengidentifikasi risiko untuk dideteksi karena toleransi masing – masing tim terkadang subjektif, nilai deteksi harus ditetapkan sebagai 10 pada perencanaan awal. Nilai deteksi membantu lebih jauh dalam peringkat terhadap risiko untuk menghadapi risiko yang membutuhkan perhatian segera. Tentu saja tugas pendeteksiannya subjektif, tetapi tidak lebih dari kemungkinan dan dampak nilai untuk metode matriks risiko umum. Jadi, nilai deteksi adalah ukuran untuk dapat meramalkan peristiwa risiko tertentu. Risiko dengan nilai deteksi

tinggi mungkin perlu tambahan kontrol atau monitor untuk peringatan dini. Tujuannya adalah untuk mendeteksi mengambil risiko dengan pemberitahuan sebelumnya sebanyak mungkin. Nilainya ada pada saat proses penilaian risiko dengan benar dan mempersiapkan diri dengan lebih baik sebelum kejadian risiko.

Karena manajemen risiko memperhatikan hal positif serta peristiwa negatif, matriks dapat digunakan dengan cara yang sama untuk mengambil dengan memanfaatkan peluang. Sekali lagi, nilai deteksi tinggi jika tim tidak akan punya waktu untuk membuat rencana guna memanfaatkan dari kesempatan tersebut. Sisa dari metode RFMEA kemudian sama dengan risiko negatif.

2.5.2. Keuntungan *Risk* FMEA (RFMA)

Ada manfaat nyata dan tidak berwujud yang direalisasikan dari metode RFMEA. Dalam hal manfaat nyata, waktu yang dihabiskan untuk melakukan perencanaan kontinjensi risiko di awal dapat dilakukan dengan efisien. Pada pendekatan untuk menggunakan matriks dalam mengidentifikasi kejadian atau peristiwa, probabilitas, dampak, dan skor risiko di mana dapat dicatat oleh, tim untuk mempertimbangkan setiap risiko yang teridentifikasi sehingga histori dari kejadian dapat Analisa dengan baik oleh tim. Dengan RFMEA, tim proyek tidak menangani setiap risiko pada tahap awal, berkat nilai deteksi yang disertakan dalam RPN. Ini memberikan ukuran tambahan untuk mempersiapkan waktu respons kepada risiko yang akan terjadi ketika kegagalan terjadi (West, 2002).

Gagasan untuk menunda pengembangan respons terhadap risiko yang tidak baru, bahwa respon risiko proyek dapat ditunda di kemudian hari karena beberapa parameter risiko menjadi lebih jelas bahwa manajer proyek berada pada posisi yang lebih baik untuk menangani risiko di lain waktu. (Nagarajan, 2002). RFMEA memberikan metode tim yang lebih baik untuk menentukan perencanaan risiko mana yang dapat ditunda. Dengan memiliki lebih banyak waktu untuk fokus pada risiko paling kritis, rencana respons terhadap risiko dapat ditingkatkan.

Nilai deteksi memberikan manfaat lain dengan menggunakan skor risiko untuk membantu penemuan deteksi baru terhadap gejala risiko

yang mungkin terjadi. Dengan menambahkan proses berpikir di sekitar deteksi, anggota tim menghasilkan ide-ide inovatif untuk mengidentifikasi gejala risiko, dan dalam beberapa kasus, untuk menambahkan metode deteksi baru.

Ada juga keuntungan tak berwujud yang didapat yaitu tingkat frustrasi tim akan rendah. Sebagian besar anggota tim proyek teknis memiliki bias terhadap tindakan yang biasanya tidak mencakup perencanaan risiko. Nilai perencanaan tidak dapat diperdebatkan, tetapi masih ada diantara anggota tim yang ingin menghilangkannya sebanyak mungkin. Namun, di sana perlu validitas untuk keluhan terhadap persyaratan dalam membuat rencana kontingensi untuk semua risiko yang teridentifikasi. Jika tim bisa mendeteksi risiko yang diketahui dengan waktu yang cukup untuk merencanakan kontinjensi di kemudian hari, maka ini mengurangi waktu perencanaan awal dan karenanya frustrasi tim dalam penilaian risiko dapat diminimalisir. Hal ini terutama berlaku dalam kasus yang rumit dan mengubah lingkungan proyek, di mana Anda hampir tidak dapat merencanakan untuk menentukan ruang lingkup yang rinci, apalagi mengidentifikasi dan kemudian merencanakan semua risiko. Mengingat kebanyakan orang suka menonjolkan sisi positif, memikirkan risiko negatif biasanya tidak populer. Mengidentifikasi sifat sosiologis dari pelabelan seseorang yang berpikir tentang risiko sebagai "pemikir negatif". Jadi, menghabiskan waktu di risiko yang disetujui semua orang adalah yang paling penting, daripada semua risiko sekaligus, menurunkan frustrasi tim (Royer, 2000).

Pembelajaran untuk organisasi yang dapat ditingkatkan adalah manfaat lain dari RFMEA. Dengan menunjukkan hal itu maka mendokumentasikan elemen dan determinasi risiko sangat penting untuk pelajaran yang bisa dipelajari (Walewski, Gibson, dan Vines ,2002). Dengan menangkap risiko utama dari proyek teknologi secara komprehensif, tim proyek pada masa depan dapat menggunakan dan mengembangkan pengalaman masa lalu dari hasil penilaian risiko.

Jadi, apakah RFMEA hanyalah bentuk lain? Iya dan tidak. Itu adalah sebuah bentuk yang berdampak serius bagi keberhasilan proyek. Bentuk risiko membantu manajer proyek menunjukkan verifikasi yang

terlihat atas perhatian dan ide seseorang, masalah akan dicatat dan didokumentasikan itu mempromosikan kerja tim, seperti semua orang terlibat dalam proses (Love, 2002). Hal ini digunakan sebagai alat komunikasi, kemajuan dipantau dalam formulir, itu menjadi cara untuk menjadi proaktif dan tidak reaktif terhadap potensi kegagalan yang akan terjadi dan mengakibatkan risiko terhadap jadwal, biaya dan teknis dalam suatu proyek. Formulir RFMEA ada untuk menangkap hasil dari proses manajemen yang sangat rumit dan kritis. Nilai berasal dari tim dan pengetahuan ahli mereka dalam menggunakan metode untuk meningkatkan hasil dari suatu proyek.

2.5.3. Analisis Pareto

Analisis pareto adalah teknik statistik yang digunakan dalam pengambilan keputusan untuk pemilihan sejumlah tugas terbatas yang menghasilkan efek keseluruhan yang paling signifikan. Prinsip ini di ajukan oleh pemikir manajemen bisnis Joseph M. Juran yang menamakanya sebagai ekonom Italia Filfredo Pareto (Juli 1923) Ini menggunakan konsep berdasarkan mengidentifikasi 20% penyebab teratas yang perlu ditangani untuk menyelesaikan 80% masalah. Dalam analisis risiko, pareto digunakan untuk mengidentifikasi risiko utama yang memiliki dampak paling besar pada suatu proyek.

Contoh prinsip Pareto dalam proyek dapat berupa: (1) 20% tugas membutuhkan 80% dari keseluruhan waktu proyek; (2) 20% tim proyek mengerjakan 80% tugas; (3) 20% tugas membutuhkan 80% anggaran proyek.

2.6. Posisi Penelitian

Penelitian yang dilakukan bukan merupakan penelitian pertama, namun sudah ada beberapa penelitian terkait dengan penggunaan metode *Risk Failure Mode and Effect Analysis (RFMEA)*.

Berikut ini adalah penelitian-penelitian yang relevan dan membuktikan bahwa sangat penting pengendalian risiko menggunakan RFMEA terutama dalam manajemen proyek yang disajikan pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Hasil
1	Luppino et al, 2014	<i>Risk Management in Research And Development (R&D) Projects: The Case Of South Australia</i>	<ul style="list-style-type: none"> • RFMEA mampu secara efektif mengidentifikasi risiko proyek yang kritis. • Manajemen risiko pada proyek yang dilakukan dengan tepat dapat menghasilkan antisipasi terhadap risiko yang akan terjadi, sehingga meningkatkan kapasitas pekerja untuk mengerjakan aspek lain dari proyek, dan dapat menghasilkan produktivitas yang lebih besar
2	Virendra K., P. and Chaitali. B. (2016).	<i>Scenario Planning and Risk Failure Mode Effect and Analysis (RFMEA) based Management.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Manajemen risiko yang dilakukan memiliki keuntungannya adalah perencanaan skenario melalui referensi pada kejadian aktual, sangat meningkatkan efektivitas deteksi risiko, dan risiko sekarang dapat diidentifikasi dalam kerangka waktu yang memadai untuk tindakan pencegahan.
3	Mican. C., A et al. (2013).	<i>Schedule Risk Analysis in Construction Project Using RFMEA and Bayesian Networks: the Cali-Colombia Case Study</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil yang diperoleh memungkinkan untuk mengetahui bahwa perubahan desain dan Perencanaan yang tidak efisien, sangat penting untuk proyek karena memiliki kemungkinan kejadian tertinggi, dampak terbesar pada waktu, biaya dan kualitas dan kecil kemungkinannya untuk dideteksi.
4	Thomas A. Carbone dan Donald D. Tippett, (2004).	<i>Project Risk Management Using the Project Risk FMEA</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Metode RFMEA memberikan peningkatan nilai pada proses manajemen risiko. RFMEA memperluas konsep skor risiko sederhana, hanya berdasarkan kemungkinan dan dampak, dengan menambahkan atribut deteksi ke peristiwa risiko. Dengan menambahkan nilai deteksi, peningkatan prioritas

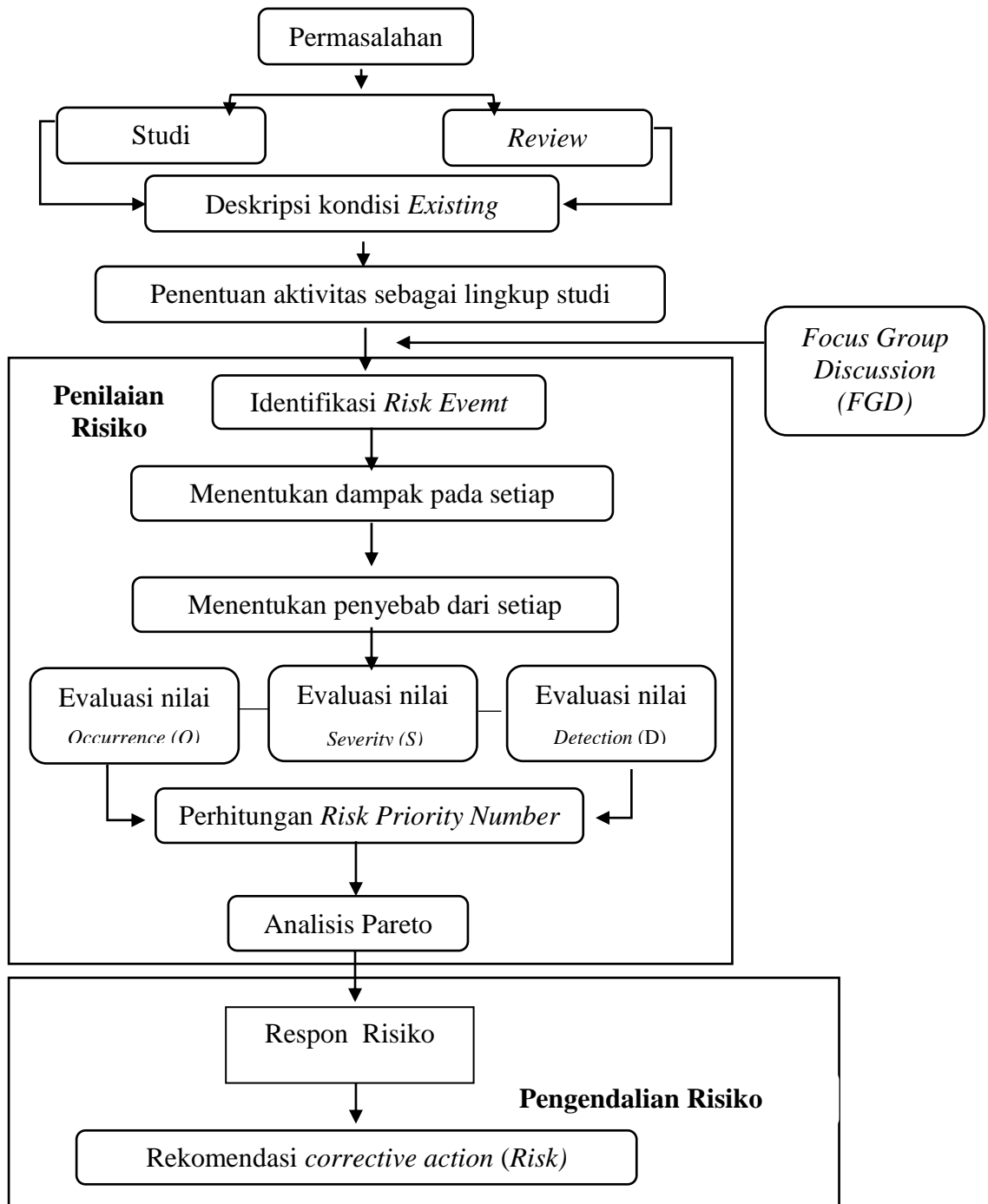
No	Peneliti	Judul	Hasil
			risiko dimungkinkan.

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan dengan metode *Risk Failure Mode and Effect Analysis* (RFMEA) maka dalam penelitian ini dilakukan pengembangan objek penelitian yaitu pada salah satu kritikal alat dalam bidang pembangkit listrik. Objek tersebut dalam penanganan *fly ash* hasil pembakaran batubara pada Boiler. Digunakan metode *Risk Failure Mode and Effect Analysis* (RFMEA) dikarenakan metode ini dari penelitian sebelumnya sangat efektif digunakan dalam penilaian risiko terhadap suatu proyek. Hal ini dengan mempertimbangkan terhadap jadwal, biaya dan teknikal apabila terjadi suatu kegagalan dikarenakan tidak adanya manajemen risiko sebelumnya oleh penyedia jasa maupun pihak kontraktor.

BAB III METODOLOGI

3.1. Metodologi Penelitian

Proses pada penelitian ini akan menggunakan alur proses seperti pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Skema Metodologi Penelitian

3.2. Pengumpulan Data

Data primer didapatkan dari *Focus Group Discussion* (FGD) yang akan dilibatkan telah mendapatkan persetujuan dari pengambil keputusan (*Decision Makers*). Selanjutnya tim akan melakukan *Focus Group Discussion* (FGD) untuk melakukan *Risk Failure Mode and Effect Analysis* (RFMEA) dalam mengidentifikasi risiko. Tim yang terlibat adalah orang yang sama dalam melakukan penilaian dan pengendalian risiko pada boiler di Perusahaan ketenagalistrikan Batubara sebelumnya yaitu terdiri dari:

- *Personil Quality Assurance*
- *Engineer*
- Analis dari laboratorium
- *Supervisor* Produksi

Karakteristik responden atau tim yang terlibat dalam mengeksekusi RFMEA disajikan pada 3.1

Tabel 3. 1 Karakteristik responden

Tanggung Jawab atau pekerjaannya.	Bidang keahlian	Lama bekerja
<i>Personil Quality Assurance</i>	<i>Release</i> dokumen dalam memastikan proses tetap <i>compliance</i> .	5-10 tahun
<i>Engineer</i>	Elektro atau kelistrikan	5-10 tahun
Analis dari laboratorium	Analisa sisa buangan dari unit pembangkit salah satunya <i>flyash</i> atau abu terbang.	5-10 tahun
<i>Supervisor</i> Produksi	Pengoperasian unit pembangkit.	5-10 tahun

Data Sekunder yang diperlukan untuk membuat penelitian adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data penyimpangan pada sistem gas buang *boiler*
2. Prosedur dan dokumen kualifikasi dari sistem gas buang *boiler* yang baru
3. *Draft* Kontrak

4. Data kepustakaan dan buku literatur yang berkaitan dengan proses penilaian dan pengendalian risiko.

3.4. Tahapan penelitian

1. Identifikasi ruang lingkup

Pekerjaan yang termasuk dalam pengerjaan Proyek *Feeder Valve Line* Di Industri Ketenagalistrikan adalah sebagai berikut:

- Koreksi gambar kerja
- Membandingkan antara gambar kerja dengan *flowline* yang ada di lapangan.
- Melakukan koreksi *bill of quantity* pada kontrak
- Melakukan proses pengadaan material.
- Melakukan proses pembongkaran *pipeline* lama.
- Melakukan pemasangan *Feeder valve* dan *line* baru.
- Melakukan pengujian dan *performen test*.
- Membuat pelaporan dan serah terima pekerjaan.

Variabel risiko yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Skala risiko berdasarkan variabel kualitatif terhadap biaya pelaksanaan proyek
- Skala risiko berdasarkan variabel kualitatif terhadap waktu pelaksanaan proyek
- Risiko Desain dan Teknologi.

2. Identifikasi *failure, severity, occurrence, detection* dengan menggunakan *Risk Failure Mode and Effect Analysis*

Dalam melakukan identifikasi risiko yang mungkin akan terjadi yaitu berdasarkan data penyimpangan selama proses pengoperasian pipa *feeder valve* pada Industri ketenagalistrikan Batubara yang didukung terhadap beberarap literatur pada penelitian sebelumnya mengenai perubahan desain pada suatu proyek.

Untuk masing – masing kriteria pada perusahaan ketenagalistrikan Batubara terhadap nilai *severity, occurrence* dan *detection*, sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Nilai Occurrence

Skor	Kategori
9 sampai dengan 10	Sangat mungkin terjadi
7 sampai dengan 8	Mungkin akan terjadi
5 sampai dengan 6	Kesempatan yang sama untuk terjadi atau tidak
3 sampai dengan 4	Mungkin tidak akan terjadi
1 sampai dengan 2	Sangat tidak mungkin

Dalam penentuan dampak (*Severity*) sesuai pada tabel 3.3 yaitu berdasarkan dari literatur atau penelitian sebelumnya (Graves, 2000), dimana kategori dari masing-masing skor hasil modifikasi oleh penelitian sebelumnya menyesuaikan dari data (*historical data*) suatu proyek yang ada.

Tabel 3. 3 Nilai *Severity*

Skor	Kategori
9 sampai dengan 10	Jadwal: Berdampak besar terhadap <i>millstones</i> dan > 20 % terdampak kepada kritikal proses. Biaya: Total biaya proyek meningkat >20% Technical: Efek pada cakupan membuat item akhir tidak dapat digunakan.
7 sampai dengan 8	Jadwal: Berdampak besar terhadap <i>millstones</i> dan 10% - 20% terdampak kepada kritikal proses. Biaya: Total biaya proyek meningkat 10% - 20% Technical: Efek pada ruang lingkup mengubah keluaran proyek dan mungkin tidak dapat digunakan untuk klien.
5 sampai dengan 6	Jadwal: 5%-10% terdampak kepada kritikal proses. Biaya: Total biaya proyek meningkat 5% - 10% Technical: Efek pada ruang lingkup mengubah

Skor	Kategori
	keluaran proyek dan itu akan membutuhkan persetujuan klien.
3 sampai dengan 4	Jadwal: < 5% terdampak kepada kritikal proses. Biaya: Total biaya proyek meningkat < 5% Technical: Efek pada ruang lingkup kecil tetapi membutuhkan perubahan lingkup yang disetujui secara internal dan mungkin dengan klien.
1 sampai dengan 2	Jadwal: Dampak tidak signifikan. Biaya: Kenaikan biaya proyek tidak signifikan. Technical: Perubahan tidak terlihat.

Tabel 3. 4 Kemungkinan Deteksi (*Detection*)

Skor	Kategori
9 sampai dengan 10	Tidak ada metode deteksi yang tersedia atau diketahui yang akan memberikan peringatan dengan waktu yang cukup untuk merencanakan kontingensi
7 sampai dengan 8	Metode deteksi tidak terbukti atau tidak dapat diandalkan; atau efektivitas metode deteksi tidak diketahui untuk dideteksi pada waktunya.
5 sampai dengan 6	Metode deteksi memiliki efektivitas sedang.
3 sampai dengan 4	Metode pendeteksian memiliki efektivitas yang cukup tinggi.
1 sampai dengan 2	Metode deteksi sangat efektif dan hampir dapat dipastikan risiko akan terdeteksi dengan waktu yang cukup.

4. Menentukan Nilai *Risk Priority Number* (RPN)

Setelah masing – masing nilai *Occurrence*, Nilai dampak (*Severity*) dan Kemungkinan Deteksi (*Detection*) diperoleh maka untuk menghitung nilai RPN yaitu dengan persamaan berikut:

$$\text{RPN: } \textit{Occurrence} (O) \times \textit{Severity} (S) \times \textit{Detection} (D) \quad (3.1)$$

Apabila nilai RPN lebih tinggi berdasarkan pareto skala angka dalam penentuan nilai RPN pada PT. IPBS maka perlu adanya tindakan atau mitigasi untuk melakukan pengendalian risiko.

3.5. Pengendalian Risiko

Setelah Nilai RPN diperoleh maka dapat dilakukan pengendalian risiko dengan mempertimbangkan hal berikut:

1. Risiko diterima apabila nilai RPN dari pareto terendah atau risiko rendah.
2. Apabila nilai RPN berada pada angka lebih tinggi dari pareto maka risiko perlu direduksi dengan cara melakukan mitigasi dengan refrensi dan pendapat/ respon pakar atau para ahli. Hal ini agar dapat mengurangi frekuensi kegagalan (*occurrence*), dan dapat menjadikan mitigasi yang diambil sebagai deteksi (*Detection*) dari proses operasional boiler pada *feeder valve line* yang baru.
3. Penentuan respon risiko apa yang akan dilakukan untuk melakukan pengendalian risiko perlu dikomunikasikan ke pengambil keputusan (*Decision Makers*). Hal ini untuk memastikan setiap mitigasi yang telah disepakati oleh semua pihak dapat diimplementasikan secara menyeluruh. Sehingga setiap risiko yang teridentifikasi dapat dilakukan pengendalian dan dapat dihindari agar risiko tersebut tidak terjadi. Setiap perusahaan memiliki cara masing – masing dalam melakukan monitoring tersebut baik secara harian, mingguan, bulanan hingga dengan frekuensi tahunan. Industri ketenagalistrikan Batubara telah melakukan monitoring terhadap setiap respon risiko yang dihasilkan dari penilaian risiko melalui pertemuan bertingkat. Dimana

setiap tahapan mulai dari inisiasi, penilaian, pengendalian dan pengkajian risiko dikomunikasikan ke para pengambil keputusan (*Decision Makers*).

4. Jenis Respon Risiko:

- a. *Risk retention*
- b. *Risk avoidance*
- c. *Risk transfer*
- d. *Risk reduction*

5. Pengendalian Risiko dikatakan berhasil apabila nilai RPN rendah dari pareto pada saat pengkajian risiko, dimana pada perusahaan PT. IPBS memiliki ketentuan waktu pengkajian risiko sebagai berikut:

- Satu tahun setelah mitigasi tindakan dilakukan (*Residual Risk Review*)
- Tiga tahun dari dokumen Manajemen Risiko disetujui (*Periodic Review*).
- *Risk sharing* dengan pihak lain pada saat proyek dieksekusi dalam draft kontrak yang telah disetujui.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab keempat dari penelitian ini akan membahas mengenai analisis pengolahan data dengan menggunakan metode FGD (*Focus Group discussion*) dan metode RFMEA (*Risk Failure Mode and Effect Analysis*). Tahapan analisis ini akan memberikan usulan tindakan penanganan faktor risiko kritis untuk potensi failure perubahan desain pada line pipa dan *valve*.

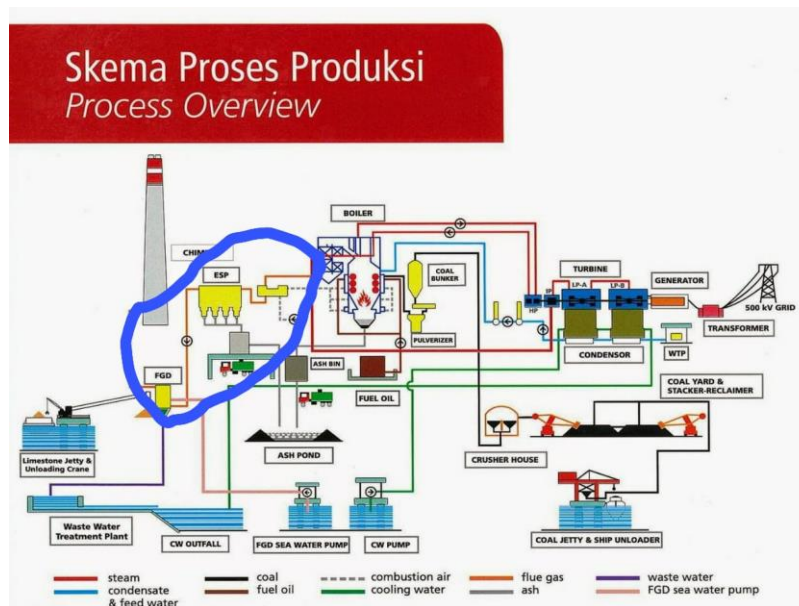
4.1. Informasi umum PT. Kamanjaya Teknik

PT. Kamanjaya Teknik Indonesia merupakan perusahaan yang berkantor pusat di Surabaya, secara letak geografis sangatlah strategis menjadi kota Industri, yang mengacu dari kondisi tersebut PT. Kamanjaya Teknik Indonesia memiliki prospek mewujudkan misinya yaitu menjadi salah satu perusahaan yang melakukan alih teknologi yang menjadi rekanan di setiap industri serta menyediakan lapangan pekerjaan bagi *Self Employe* dengan demikian dapat meningkatkan kesejahteraan serta memelihara kepuasan pelanggan dan selalu mendukung inovasi dan teknologi mengikuti perkembangan jaman.

Prakiraaan omset PT. Kamanjaya Teknik Indonesia pertahun 20 (dua puluh) miliar rupiah yang didapatkan dari hasil *core* bisnis konstruksi *mechanical* dan *fabrication* serta *machine installation*.

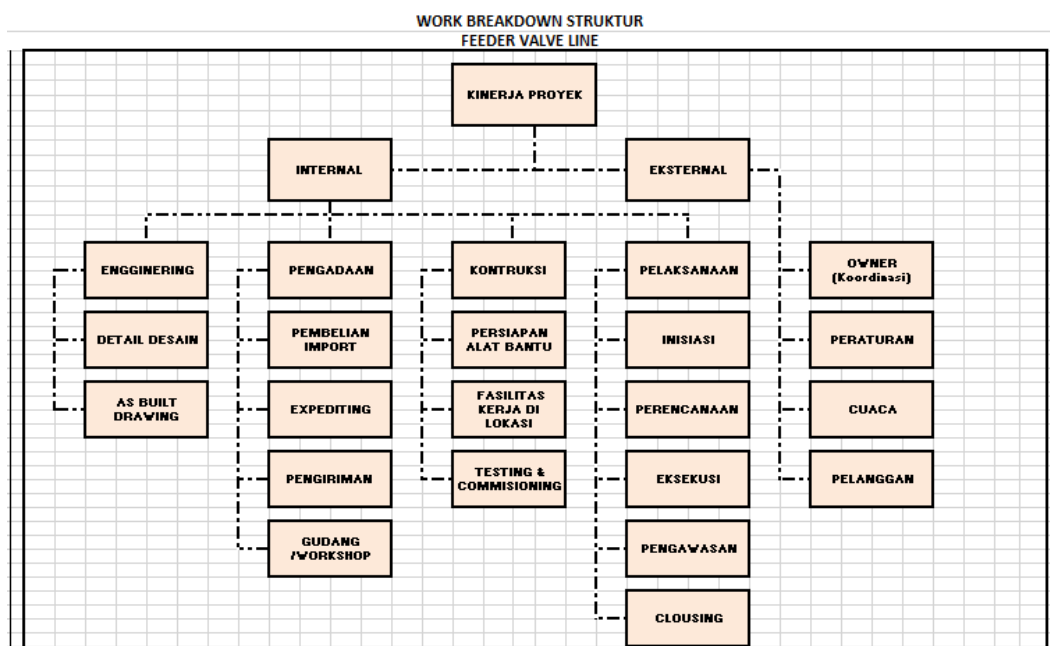
4.2. Bisnis Proses Perubahan Pekerjaan *Feeder Valve*

Pada tahapan ini seluruh proses pelelangan sudah selesai dan perusahaan PT. Kamanjaya Teknik Indonesia ditunjuk sebagai penyedia jasa untuk melakukan pekerjaan perbaikan dan penggantian *Feeder Valve Line*. Lingkaran biru di bawah ini merupakan *layout* dari proyek *Feeder Valve Line*.



Gambar 4. 1 Skema Proses Produksi

Berikut merupakan *work breakdown structure* dari *Feeder Valve Line*.



Gambar 4. 2 *Work Breakdown Structure*

Adapun tahapan proses kerja yaitu :

- a) Identifikasi : melakukan diskusi terkait *Bill of Quantity* dan dilanjutkan dengan survei kondisi line pipa *existing Feeder Valve*.
- b) Investigasi : melakukan pengecekan material yang baru dengan material *existing* (jika terjadi perbedaan). Dan melakukan pengecekan

radius dan sudut *elbow* yang berbeda. Serta melakukan pengecekan terhadap desain sambungan pipa yang tidak sesuai standard.

- c) Perbaikan : melakukan pekerjaan perbaikan *Feeder Valve Line* sesuai dengan desain awal dengan *standard* perpipaan.
- d) Evaluasi : melakukan evaluasi terhadap perbaikan pekerjaan yang sudah dilakukan.

4.3. Pengolahan Data

4.3.1. Identifikasi Aktifitas

Dalam riset FGD merupakan suatu upaya yang sistematis dalam pengumpulan informasi serta data. Tata cara ini mengandalkan perolehan informasi ataupun informasi dari sesuatu interaksi para ahli bersumber pada hasil dialog dalam sesuatu kelompok yang berfokus buat melaksanakan bahasan dalam menuntaskan permasalahan tertentu.

Untuk memulai proses identifikasi diperlukan beberapa tahapan pada penelitian ini adalah identifikasi aktivitas yang akan dilakukan studi seperti yang tersebut dalam Tabel 4.1.

Adapun tim akan melakukan *Focus Group Discussion* (FGD) untuk melakukan *Risk Failure Mode and Effect Analysis* (RFMEA) dalam mengidentifikasi risiko. Tim yang terlibat adalah orang yang sama dalam melakukan penilaian dan pengendalian risiko pada boiler di PT IPBS sebelumnya yaitu terdiri dari: 1 orang *Personil Quality Assurance*, 7 orang *Engineer*, 1 orang *Supervisor* Produksi. Berikut tabel 4.1 Identifikasi Aktifitas.

Tabel 4. 1 Identifikasi Aktifitas

AKTIVITAS	SUBAKTIVITAS
Melakukan pemasangan elbow	Perubahan radius pada Elbow lebih pendek
Melakukan pekerjaan pemasangan Feeder Valve diatas Silo	Perubahan Ketinggian Tangki Silo Penampung Fly Ash
Pengecekan Type Valve dengan part existing	Perubahan Tipe Valve dari PN 16 ke PN 10
Pekerjaan Penyambungan Line lama dengan yang baru	Perubahan Sambungan Pipa Dari Flans Menggunakan welding
Meeting harian pagi dan sore	Komunikasi antara owner dengan kontraktor tidak intens
Pemasangan elbow dari silo ke penampungan akhir	Perubahan sudut pada Elbow lebih sempit
Proses pemasangan pada saluran induk dengan sub silo	Perubahan Radius pada Y Pipe
Penyambungan Pipa induk dengan pipa baru	Perubahan Pipa existing terhadap Flans terkait penyambungan dari Pipa 5 Inch dan Flans 4 inch
Pemasangan pipa dengan line yang memerlukan matrial yang sesuai dengan spesifikasi	Ditiadakanya sebagian matrial penghubung pipa tanpa ceramic

Dalam riset FGD kali ini membutuhkan waktu yang cukup lama, disebabkan tata cara FGD mengaitkan para pakar buat berdiskusi. Para pakar yang berdiskusi kerap memiliki perbandingan komentar tiap- tiap menarangkan opini yang dikemukakan. Riset ini membutuhkan waktu 3 minggu dalam menuntaskan tata cara FGD.

4.3.2. Identifikasi Risiko

Data yang didapat kemudian untuk selanjutnya dilakukan perhitungan data kejadian dan juga macam-macam risiko kejadian (*risk event*) yang ditangani. PT. Kamanjaya Teknik Indonesia telah memiliki prosedur untuk mengidentifikasi resiko, melakukan penilaian dan pengendalian risiko yang didalamnya dilengkapi format untuk aktifitasnya.

Semua jenis failure tersebut ditabulasi dan dikombinasikan dengan bobot risikonya dengan maksud dapat menentukan metode RFMEA dapat ditentukan nilai rating probabilitas terjadi risiko (*Occurrence*), dampak akibat risiko (*Severity*) dan deteksi terhadap risiko (*Detection*). Penentuan ketiga rating tersebut akan sangat menentukan risiko kritis PT. Kamanjaya Teknik Indonesia telah memiliki standar sendiri untuk pemberian rating *severity* maupun *occurrence* dan standar tersebut digunakan dalam penelitian ini.

Sementara nilai dari *detection* adalah kuantifikasi dari control atau prosedur atau strategi yang mengatur fungsi atau membuta suatu kegagalan dapat dideteksi. Fungsi deteksi disini adalah untuk melihat apakah risiko yang ada dapat diketahui sebelum terjadinya kegagalan dan juga apakah kontrol yang memiliki dapat mengurangi risiko kegagalan yang dapat terjadi. Berikut tabel 4.2 Identifikasi Risiko

Tabel 4. 2 Identifikasi Risiko

IDENTIFIKASI RESIKO											
PADA PROYEK PENGANTIAN FEEDER VALVE DAN ELBOW PIPING TRANSPORTER ESP PT.IPBS OIEH KONTRAKTOR PT.KAMANJAYA TEKNIK INDONESIA											
NO	AKTIVITAS	OCURRANCE		HAZARD	SEVERITY	STAKE HOLDER TERKAIT			DETECTION		Risk Priority Number (RPN 2)
		NR / R	SCORE		DAMPAK	SCORE	KONTRAKTOR	OWNER	KONTROL	SCORE	
1	Perubahan radius pada Elbow lebih pendek	R	6	Terjadi bloking	Produksi terhenti	7	√		cukup tinggi	4	168
2	Perubahan Ketinggian Tangki Silo Penampung Fly Ash	R	10	Line pipa berubah	ada penambahan volume pekerjaan dan material	8	√		Tidak ada deteksi	9	720
3	Perubahan Tipe Valve dari PN 16 ke PN 10	R	9	Performa turun	Usia alat lebih pendek	7	√		Deteksi tinggi	4	252
4	Perubahan Sambungan Pipa Dari Flans Menggunakan welding	R	10	Lapisan ceramic terlupas	Terjadi kebocoran dan polusi dan usia alat lebih pendek mudah pecah pada area pengelasan	8	√		deteksi akan memberikan	10	800
5	Komunikasi antara owner dengan kontraktor tidak intens	NR	10	Banyak terjadi mis komunikasi	Biaya naik dan banyak matrial tidak di gunakan serta potensi terjadi perubahan jadwal	9		√	deteksi cukup tinggi	4	360
6	Perubahan sudut pada Elbow lebih sempit	R	6	Terjadi bloking	Produksi terhenti	9	√		Deteksi sedang	5	270
7	Perubahan Radius pada Y Pipe	R	6	Terjadi bloking	Produksi terhenti	9	√		Deteksi sedang	6	323
8	Perubahan Pipa existing terhadap Flans terkait penyambungan dari Pipa 5 Inch dan Flans 4 Inch	R	6	Tidak sesuai dengan Standart dan mudah terlepas	Produksi terhenti	8	√		Tidak ada metode deteksi	9	432
9	Ditidaknya sebagian matrial penghubung pipa tanpa ceramic	R	4	Pipa akan cepat terkikis	Terjadi kebocoran dan polusi	5	√		deteksi sedang	5	100
Keterangan :											
NR : Non Rutin											
R : Rutin											

Dalam penentuan level risiko dari perhitungan nilai *risk score* di PT. IPBS didasarkan pada suatu risk matrix yang ditentukan. Tingkat atau level dari suatu resiko di definisikan sebagai hubungan antara *Occurrence* dan *Severity*. Untuk penentuan nilai *risk score* yang digunakan untuk PT. IPBS dalam kegiatan *risk assessment* dapat dilihat pada Tabel 4.2

4.4. Diskusi Level Risiko dan Analisis Data RFMEA

Setelah risiko teridentifikasi maka akan ditentukan nilai *Occurance*, *Severity* dan *detection*. Untuk menentukan nilai tersebut menggunakan metode FGD dilakukan melalui *brainstorming* dan penulis secara aktif menjelaskan tata cara pengisisannya. Berikut adalah kriteria dan deskripsi nilai *Occurance* (O).

Tabel 4. 3 Nilai Peringkat *Occurance*

Probabilitas Terjadinya Risiko	Peringkat
Sangat tinggi: kegagalan hampir tak terelakkan	10
Sangat tinggi	9
Kegagalan berulang	8
Tinggi	7
Cukup tinggi	6
Moderat	5
Relatif rendah	4
Rendah	3
Terpencil	2
Hampir tidak mungkin	1

Tabel 4. 4 Nilai Peringkat *Severity*

Akibat	Kriteria: Keparahan Akibat	Peringkat
Berbahaya	Risiko berbahaya, dan terjadi tanpa peringatan. Dapat menanggihkan pengoperasian sistem dan/atau melibatkan ketidakpatuhan dengan pemerintah	10
Serius	Risiko melibatkan hasil yang berbahaya dan/atau ketidakpatuhan terhadap peraturan atau standar pemerintah	9
Ekstrim	Alat tidak dapat dioperasikan dengan hilangnya fungsi utama. Sistem tidak dapat dioperasikan	8
Mayor	Performa alat sangat terpengaruh tetapi berfungsi. Sistem mungkin tidak beroperasi	7
Signifikan	Performa alat menurun. Fungsi meyakinkan mungkin tidak beroperasi	6

Akibat	Kriteria: Keparahan Akibat	Peringkat
Sedang	Efek sedang pada kinerja alat dan memerlukan perbaikan	5
Rendah	Efek kecil pada kinerja alat dan tidak memerlukan perbaikan	4
Minor	Efek kecil pada kinerja alat atau sistem	3
Sangat Kecil	Efek yang sangat kecil pada kinerja alat atau sistem	2
Tidak ada	Tidak ada akibat	1

Tabel 4. 5 Nilai Peringkat *Detection*

Deteksi	Kriteria: Kemungkinan Deteksi dengan <i>Design Control</i>	Peringkat
Ketidakpastian Mutlak	Kontrol desain tidak mendeteksi penyebab risiko; atau tidak ada kontrol desain	10
Sangat Jauh	Kemungkinan yang sangat kecil, kontrol desain akan mendeteksi penyebab risiko	9
Terpencil	Peluang jauh kontrol desain akan mendeteksi penyebab risiko	8
Sangat Rendah	Kemungkinan yang sangat rendah, kontrol desain akan mendeteksi penyebab risiko	7
Rendah	Kemungkinan rendah kontrol desain akan mendeteksi penyebab risiko	6
Moderat	Peluang sedang, kontrol desain akan mendeteksi penyebab risiko	5
Cukup Tinggi	Peluang yang cukup tinggi kontrol desain akan mendeteksi penyebab risiko	4
Tinggi	Kemungkinan besar kontrol desain akan mendeteksi penyebab risiko	3
Sangat Tinggi	Kemungkinan yang sangat tinggi, kontrol desain akan mendeteksi penyebab risiko	2
Hampir Yakin	Kontrol desain hampir pasti akan mendeteksi penyebab risiko	1

Dari data nilai rata-rata untuk ketiga parameter tersebut, maka dapat dibuat tabulasi baru untuk dapat menentukan nilai RPN yang diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

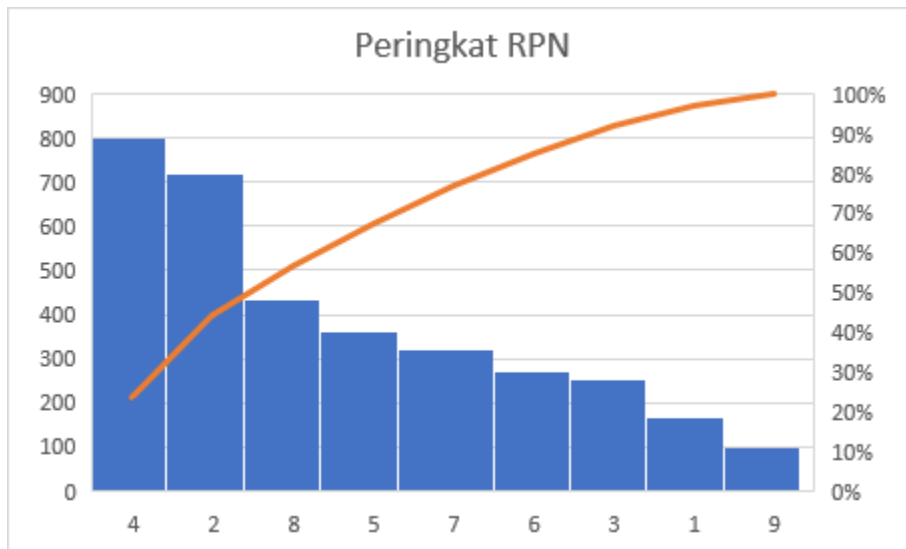
$$RPN = Occurrence \times Saverity \times Detection$$

Mendapatkan nilai RPN merupakan tahapan penting dalam penentuan tingkat resiko dengan metode RFMEA karena dari nilai RPN akan dapat diketahui prioritas resiko yang termasuk resiko kritis. Dibawah ini Tabel 4.4 Nilai Peringkat Resiko dari rata-rata jawaban responden.

Tabel 4. 6 Nilai O,S, D dan RPN

No	Jenis Risiko	O	S	D	Risk Priority Number
1	Terjadi bloking pada elbow	6	7	4	168
2	Line pipa tangki silo penampung <i>fly ash</i> berubah	10	8	9	720
3	Performa valve turun	9	7	4	252
4	Lapisan ceramic terkelupas	10	8	10	800
5	Banyak terjadi miskomunikasi antara owner dan kontraktor	10	9	4	360
6	Terjadi bloking pada elbow	6	9	5	270
7	Terjadi bloking pada Y Pipe	6	9	6	323
8	Pipa baru tidak sesuai dengan standar dan mudah terlepas	6	8	9	432
9	Pipa akan cepat terkikis	4	5	5	100
TOTAL RPN					3425

Berdasarkan data dari Tabel 4.6, maka dapat dibuat diagram pareto untuk menyusun peringkat dari RPN. Dalam analisis risiko, pareto digunakan untuk mengidentifikasi risiko utama yang memiliki dampak paling besar pada suatu proyek seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1



Gambar 4. 3 Grafik Peringkat RPN dengan Metode RFMEA

Gambar 4.1 menunjukkan kode risiko secara berurutan mulai dari nilai RPN tertinggi hingga terendah. Berdasarkan risiko yang telah terdaftar dan diketahui nilai RPN masing – masing, maka dapat ditentukan risiko kritis. Suatu risiko dikategorikan sebagai risiko kritis jika memiliki RPN diatas nilai kritis. Nilai kritis RPN ditentukan dari rata-rata nilai RPN dari seluruh risiko.

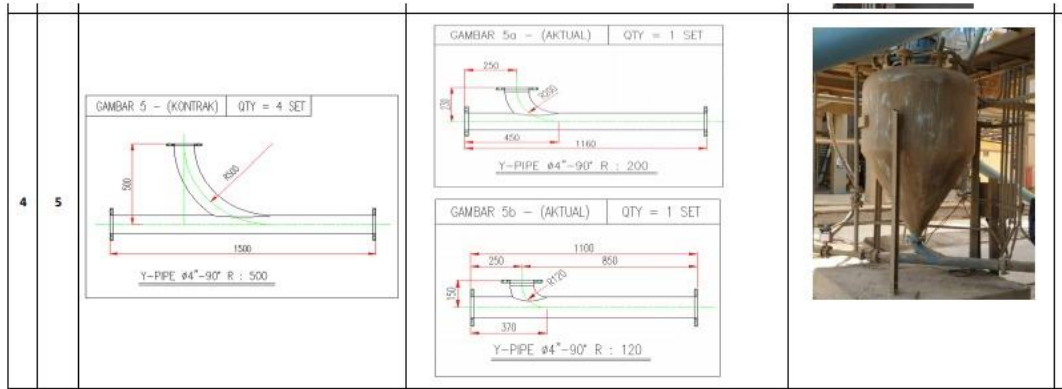
$$\text{Nilai Kritis RPN} = \frac{\text{Total RPN}}{\text{Jumlah Risiko}} = \frac{3425}{9} = 380,55$$

Berdasarkan nilai kritis diatas juga diperoleh tiga risiko kritis. Nilai RPN dari tiga risiko tersebut diatas 380,55 yang merupakan nilai kritis RPN. Risiko kritis dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 7 Risiko Kritis berdasarkan FMEA

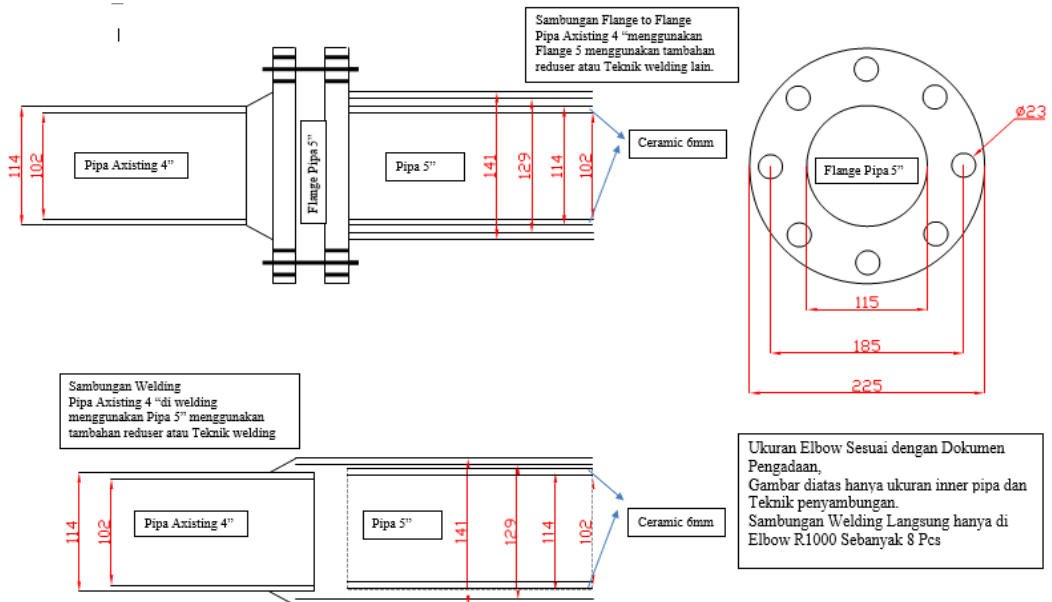
No	Jenis Risiko	O	S	D	Risk Priority Number
2	Line pipa tangki silo penampung <i>fly ash</i> berubah	10	8	9	720
4	Lapisan ceramic terkelupas	10	8	10	800
8	Sambungan Pipa tidak sesuai dengan standart dan mudah terlepas	6	8	9	432

Berikut merupakan gambar penjelasan untuk risiko line pipa tangka silo penampung *fly ash* berubah.



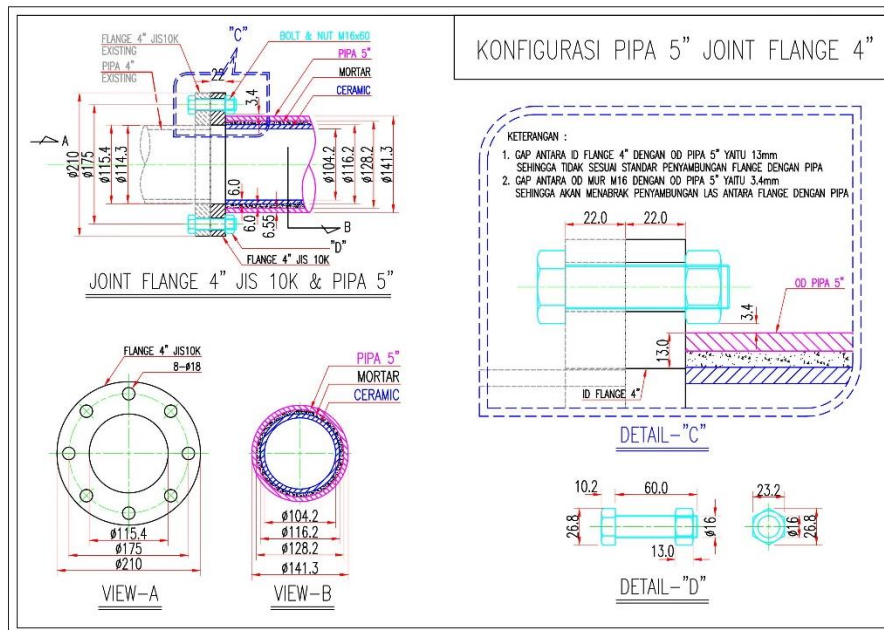
Gambar 4. 4 Penjelasan line pipa

Berikut merupakan gambar penjelasan untuk risiko lapisan ceramic terkelupas.



Gambar 4. 5 Penjelasan sambungan pipa

Berikut merupakan gambar penjelasan untuk risiko sambungan Pipa tidak sesuai dengan standart dan mudah terlepas.



Gambar 4. 6 Penjelasan sambungan pipa tidak standar

4.5. Perencanaan Respon risiko untuk Risiko Prioritas

Perencanaan respon risiko adalah proses mengembangkan opsi dan tindakan untuk meningkatkan peluang dan mengurangi ancaman terhadap tujuan sebuah proyek. Setelah mendapatkan tiga risiko kritis pada subbab sebelumnya, maka diperlukan perencanaan respon risiko untuk ketiga risiko kritis tersebut.

Risiko line pipa tangki silo penampung *fly ash* berubah dan lapisan ceramic terkelupas berada pada zona merah sedangkan risiko pipa baru tidak sesuai dengan standar dan mudah terlepas berada pada zona kuning. Ketiga risiko tersebut perlu dilakukan mitigasi berupa *risk avoidance*, dimana dalam memitigasi risiko tersebut melakukan tindakan yang menghindari paparan risiko.

4.6. Diskusi dan Pembahasan

Berisikan interpretasi hasil dari pengolahan data dan analisis yang dilakukan sebelumnya. Analisis ini diharapkan mampu menjawab apa yang menjadi tujuan pada penelitian yang dilakukan seperti yang telah dipaparkan. Analisis hasil metode yang digunakan analisis mengenai *Risk Failure Mode and Effect Analysis* (RFMEA) Masing-masing departemen yang berkaitan dengan hasil RFMEA ini dapat diketahui prioritas penanganan suatu jenis failure mode dengan mempertimbangkan tiga aspek yakni *Occurrence*, *severity* serta *Detection*. Dibawah ini hasil diskusi hasil mitigasi dari FGD.

Tabel 4. 8 Respon Risiko

No	Jenis Risiko	Jenis Respon Risiko	Bentuk Respon Risiko
1	Line pipa tangki silo penampung <i>fly ash</i> berubah	<i>Risk Avoidance</i>	Dengan merubah sudut dan radius Elbow menyesuaikan <i>Line Existing</i> sehingga tidak sampai merubah ketinggian tangki silo.
2	Lapisan ceramic terkelupas	<i>Risk Avoidance</i>	Untuk menghindari lapisan Ceramic dalam pipa yang terkelupas, maka sistem penyambungan harus menggunakan <i>Flands</i> yang sesuai standart.
3	Pipa baru tidak sesuai dengan standar dan mudah terlepas	<i>Risk Avoidance</i>	Ditambahkan Reducer transisi dari pipa 4 inchi ke 5 inchi lengkap dengan <i>Flanges</i> , sehingga proses penyambungan ke Pipa <i>Existing</i> sesuai standart

4.7. Implikasi Manajerial

Berdasarkan hasil pengolahan data sesuai dengan proses penelitian, dapat disimpulkan bahwa sumber risiko yang mempunyai ranking risiko tinggi dan menyebabkan dampak risiko cukup besar adalah risiko proyek terkait perubahan line pipa karena ketinggian tangki Silo, terkelupasnya lapisan ceramic pada bagian dalam pipa dan pipa baru yang tidak sesuai standart pada sistem penyambungannya. Mengingat proyek tersebut adalah merupakan bagian obyek vital nasional sebaiknya dalam melakukan perencanaan agar dilakukan secara detail sehingga tidak terjadi risiko yang bisa mengganggu oprasional. Sebagai kontraktor dalam posisi ini bisa mengakibatkan banyak kehilangan waktu, biaya.

Dengan demikian menunjuk hasil dari penelitian ini perlu diberi perhatian oleh pihak perencanaan proyek di PT. IPBS sehingga implikasi menejerial yang di dapat oleh menejemen adalah

1. Tim Perencanaan PT.IPBS agar melakukan kerjasama dengan *expert* terkait pendampingan penyusunan mulai kajian teknik metode kerja secara *efektif*, efisiensi dan juga aman terkait upaya meminimalkan risiko.
2. Melakukan pendekatan dengan berkomunikasi yang intens sehingga upaya mitigasi yang akan dilakukan bisa berjalan sesuai rencana dan mendapatkan dukungan dari pihak-pihak terkait.
3. Mengingat dari 9 risiko yang ada dimana 6 diantaranya diterima oleh pihak PT. Kamanjaya Teknik Indonesia maka ini merupakan bagian yang sangat baik guna kerja sama ke depan oleh kedua belah pihak.
4. Pada pelaksanaan proyek agar selalu mempertimbangkan desain awal sesuai kontrak.
5. Disarankan selalu menggunakan standart pipa dan material yang sesuai dengan standart Internasional (ASME II) American Standart Mechanical Engineering sebagai acuan didalam pelaksanaan proyek
6. Pengerjaan proyek harus sesuai dengan kontrak yang telah ditandatangani dan memenuhi minimal standart pengelasan sesuai dengan ASME IX.

Diharapkan pengerjaan proyek yang sesuai dengan standart akan mengurangi atau bahkan menghilangkan risiko yang ada di kemudian hari. Hasil analisis ini bukan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini akan ditarik kesimpulan mengenai keseluruhan hasil penelitian yang telah dilakukan. Disamping itu akan dikemukakan saran-saran sehingga penelitian ini dapat lebih bermanfaat serta lebih dikembangkan di kemudian hari.

5.1 Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan

1. PT. IPBS yang bergerak pada industri ketenagalistrikan mengalami permasalahan dalam penanganan *fly ash* hasil utilitas dari unit *boiler* yang digunakan, yaitu pipa *feeder valve* dari unit *boiler* perlu dilakukan perbaikan dan pergantian. Apabila terjadi kesalahan dalam pergantian pipa *feeder valve* dapat berakibat terhadap distribusi listrik yang dihasilkan. Oleh karena itu PT. IPBS bekerja sama dengan PT. Kamanjaya Teknik Indonesia sebagai kontraktor dalam melakukan penanganan sistem utilitas dari pengolahan batu bara yang digunakan. Dalam pelaksanaan proyek ini, penulis melakukan FGD untuk mengidentifikasi risiko untuk melakukan analisis RFMEA bersama 1 orang *Personil Quality Assurance*, 7 orang *Engineer*, 1 orang *Supervisor* Produksi dari PT. IPBS. Hasil dari FGD dapat mengidentifikasi 9 risiko yaitu terjadi *bloking* pada *elbow*, line pipa tangki silo penampung *fly ash* berubah, *performa valve* turun, lapisan ceramic terkelupas, banyak terjadi miskomunikasi antara *owner* dan kontraktor, terjadi *bloking* pada *elbow*, terjadi *bloking* pada *Y Pipe*, pipa baru tidak sesuai dengan standar dan mudah terlepas, dan pipa akan cepat terkikis.
2. Metode yang dilakukan penulis dalam menilai risiko adalah RFMEA dimana responden memberikan skor kemungkinan atau *Occurrence* (O), dampak atau *Severity* (S), dan *detection* (D) untuk setiap risiko. Selanjutnya menghitung *Risk Priority Number* (RPN) yaitu dengan mengalikan skor L, I, dan D untuk tiap risiko. Untuk mengetahui risiko mana yang kritis dilakukan dengan membagi total RPN 9 dengan jumlah risiko dengan nilai akhir yaitu 380,55. Yang disebut risiko kritis adalah risiko dengan $RPN > 380,55$ dan terdapat 3 risiko kritis yaitu lapisan ceramic terkelupas, line pipa tangki silo penampung

fly ash berubah, dan pipa baru tidak sesuai dengan standar dan mudah terlepas berurutan dari RPN tertinggi.

3. Setelah mengetahui risiko mana yang kritis, langkah selanjutnya adalah merancang mitigasi risiko. Risiko kritis dipetakan berdasarkan *Occurrence* dan *Severity* untuk mengetahui risiko kritis tersebut berada di zona mana guna menentukan strategi respon risiko. Untuk risiko yaitu lapisan ceramic terkelupas dan line pipa tangki silo penampung *fly ash* berubah berada pada zona merah sedangkan pipa baru tidak sesuai dengan standar dan mudah terlepas berada di zona kuning. Bentuk respon risiko untuk risiko line pipa tangki silo penampung *fly ash* yang berubah karena ketinggian dari tangki yang dirubah yaitu *risk avoidance* dengan langkah mitigasi mengubah sudut dan radius elbow menyesuaikan *line existing* sehingga tidak sampai merubah ketinggian tangki silo. Bentuk mitigasi risiko lapisan *ceramic* terkelupas didalam dikarenakan adanya penyambungan pipa yang tidak menggunakan flanges yaitu *risk avoidance* dengan langkah mitigasi selalu menggunakan flanges yang sesuai acuan. Bentuk mitigasi untuk risiko sambungan pipa tidak sesuai dengan standart dan mudah terlepas dikarenakan ukuran sambungan pipa yang baru tidak sesuai dengan ukuran pipa yang lama yaitu *risk avoidance* dengan langkah mitigasi tidak digunakannya *adapter flanges* atau *reducer* sehingga mitigasi yang sesuai adalah ditambahkan *Reducer* transisi dari pipa 4 inchi ke 5 inchi lengkap dengan *flanges*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian disarankan kepada perusahaan baik itu perusahaan kontraktor dan perusahaan Ketenagalistrikan yang menggunakan bakar Batubara sebagai mana di penelitian ini, bukan merupakan 100% menjadi *problem solving* karena setiap proyek meskipun sejenis mempunyai karakter yang berbeda baik itu terkait personal maupun budaya dan geografi serta lingkungannya sehingga diperlukan adanya peningkatan berbagai penelitian-penelitian baru kedepan.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmaruzzaman, M. (2010). A review on the utilization of fly ash. *Progress in Energy and Combustion Science* 36 . 327–363

ASTM standard specification for coal fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use in concrete (C618-05).(2005.) In: *Annual book of ASTM standards, concrete and aggregates*, vol. 04.02. American Society for Testing Materials;

Bhattacharjee U, Kandpal TC. (2002) Potential of fly utilization in India. *Energy*;27:151–66

Bongiorno, Jim. (2001). Use FMEAs to Improve Your Product Development Process, *PM Network*, 15:5 pp. 47-51.

Burke M. (2007) CCP experts gather in India. In: *Ash at work*, vol. 2. CO 80014, USA: American Coal Ash Association; 17–19.

Carbone, T. & Tippett, D. (2004). Project risk management using the project risk FMEA. *International journal of quality & reliability management*. 16(4). 1-35

Chrysler Corp., Ford Motor Co., and General Motors Corp.(1995). *Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Reference Manual*, 2nd ed., equivalent to SAE J-1739, Chrysler Corp., Ford Motor Co., and General Motors Corp.

C. Parker, L.T. Reist, (2000) . Development and operation of an improved turntable dust feeder, *Powder Technology* 107 36 – 42.

Datta, Sumit, and S.K. Mukerjee. (2001) "Developing a Risk Management Matrix for Effective Project Planning—An Empirical Study," *Project Management Journal*, 32:2pp. 45–57.

de Meyer, A., Loch, C.H., Pich, M.T., (2002). Managing project uncertainty: from variation to chaos. *MIT Sloan Management Review* 43 (2), 60–67.

Deutsch, M.S., (1991). An exploratory analysis relating the software project management Process to Project Success. *IEEE Transactions on Engineering Management* 38 (4), 365–375.

FMEA Methodology. Retrieved March 15, 2003 from www.fmeca.com/ffmethod/methodol.htm

Githens, Gregory. (2002). How to Assess and Manage Risk in NPD Programs: A Team-Based Risk Approach, in Belliveau, Paul, Abbie Griffin, and Stephen Somermeyer, eds., *The PDMA Toolbook for New Product Development*, John Wiley and Sons, Inc.

Graves, Roger. (2000). Qualitative Risk Assessment. *PM Network*, 14:10 pp. 61–66

Hillson, David. (2000). Project Risks, Identifying Causes, Risks and Effects, *PM Network*, 14:9 , pp. 48–51.

<http://flyashindia.com/properties.htm>.

Iyer RS, Scott JA.(2001) Power station fly ash – a review of value-added utilization outside of the construction industry. *Resour Conserv Recycl* ;31:217–28.

Jiang, James J, Gary Klein, and T. Selwyn Ellis. (2002) . A Measure of Software Development Risks. *Project Management Journal*, 33:3 , pp. 30–41.

J. Marinelli, J.W. Carson, (1992). Solve solids flow problems in bins, hoppers, and feeders, *Chemical Engineering Progress* 88 22 – 28.

Joshi RC, Lothia RP. (1997). Fly ash in concrete: production, properties and uses. In: *Advances in concrete technology*, vol. 2. Gordon and Breach Science Publishers

Kerzner, Harold. (2002). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*, 8th Ed., John Wiley & Sons, Inc.

Kikuchi R. (1999) Application of coal ash to environmental improvement – transformation into zeolite, potassium fertilizer, and FGD absorbent. *Resour Conserv Recycl* 1999;27:333–46

Kitchenham, B., Pfleeger, S.L., McColl, B., Eagan, S., (2002). An empirical study of maintenance and development estimation accuracy. *Journal of Systems and Software* 64 (1), 57–77.

Kutsch, E., Hall, M., (2009). The rational choice of not applying project risk management in information technology projects. *Project Management Journal* 40 (3), 72–81

Lee, K.C., Lee, N., Li, H., (2009). A particle swarm optimization-driven cognitive map approach to analyzing information systems project risk. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 60 (6), 1208–1221

Love, Margaret. (2002). “Risks, Issues, and Changes—Help, I’m Drowning in Logs!” *Proceedings of the Project Management Institute Annual Seminars and Symposium*.

Lukas, Joseph A., (2002). It works! Risk Management on an IS Project. Proceedings of the Project Management Institute Annual Seminars and Symposium

Luppino, et al. (2014) . Risk Management In Research And Development (R&D) Projects: The Case Of South Australia. Asian Academy of Management Journal, Vol. 19, No. 2, 67–85

L. Tang, W.-Y. Chen, (1999). Improvements on a particle feeder for experiments requiring low feed rates, Review of Scientific Instruments 70 (7) 3143 – 3144.

Luu, V. T., Kim, S.-Y., Tuan, N. V., & Ogunlana, S. O. (2009). Quantifying schedule risk in construction projects using Bayesian belief networks. International Journal of Project Management, 27(1), 39-50.

Mattigod SV, Dhanpat R, Eary LE, Ainsworth CC.(1990) Geochemical factors controlling the mobilization of inorganic constituents from fossil fuel combustion residues: I. Review of the major elements. Journal of Environmental Quality;19:188–201.

M. Ayik, (1990). Establishment of a cyclone test-rig and experimental determination of cyclone performance, Ms. Thesis, Gazi University, Ankara/Turkey

McFarlan, F.W., (1981). Portfolio approach to information systems. Harvard Business Review 59 (5), 142–150.

Mican. C., A et al. (2013). Schedule Risk Analysis in Construction Project Using RFMEA and Bayesian Networks: the Cali-Colombia Case Study. 978-1-4799-0986-5/13/. IEEE

Mukherjee AB, Zevenhoven R, Bhattacharya P, Sajwan KS, Kikuchi R. (2008) Mercury flow via coal and coal utilization by-products: a global perspective. *Resour Conserv Recycl*;52(4):571–91.

M. Scheibe, (1997) . D. Flohne, K. Husseman, The feed characteristic of a rotary valve in a hopper feeder system, *International Journal of Storing, Handling and Processing of Powder* 9 13 – 20.

M.Y. Gundogdu, (1995). Swirling flow generators and swirling flow separators, Ms. Thesis, University of Gaziantep, Gaziantep/Turkey.

Nagarajan, Madhusudhan. (2002). Valuing Project Risks Using Options Theory. *Proceedings of the Project Management Institute Annual Seminars and Symposium*

Price, John W.H. (1998).Simplified Risk Assessment. *Engineering Management Journal*, 10:1 , pp. 19–24.

Pritchard, Carl. (2001). *Risk Management, Concepts and Guidance*, 2nd ed., ESI International.

Pritchard, Carl L., (2000). Advanced Risk—How Big is Your Crystal Ball?. *Proceedings Project Management Institute Annual Seminars & Symposium*

Project Management Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*, Project Management Institute (2000).

Project Management Institute Risk Special Interest Group (RISSIG), *RISKSIG Lexicon*. Retrieved April 20, 2003 from <http://www.risksig.com/resource/lexicon.htm>

Pyra, Jim, and John Trask. (2002). “Risk Management Post Analysis: Gauging the Success of a Simple Strategy in a Complex Project,” *Project Management Journal*, 33:2 ,pp. 41–48.

Querol X, Moreno N, Umana JC, Alastuey A, Hernandez E, Lopez-Soler A, et al. (2002) .Synthesis of zeolites from coal fly ash: an overview. *Int J Coal Geol* 50:413–23.

Raz, Tzvi, and Erez Michael. (1999). Benchmarking the Use of Project Risk Management Tools. *Proceedings of the Project Management Institute Annual Seminars and Symposium*

Royer, Paul. (2000). Risk Management. The Undiscovered Dimension of Project Management. *PM Network*, 14:9 , pp. 31–39.

Roy WR, Thiery RG, Schuller RM, Suloway JJ. (1981).Coal fly ash: a review of the literature and proposed classification system with emphasis on environmental impacts. *Environmental geology notes* 96. Champaign, IL: Illinois State Geological Survey;

Sanchez, H., Robert, B., Bourgault, M., Pellerin, R., (2009). Risk management applied to projects, programs, and portfolios. *International Journal of Managing Projects in Business* 2 (1), 14–35

Thomas A., C and Donald D., T.(2015). Project Risk Management Using the Project Risk FMEA. *Engineering Management Journal*, 16:4, 28-35

Tolle DA, Arthur MF, Pomeroy SE. (1982.)Fly ash use for agriculture and land reclamation: a critical literature review and identification of additional research needs. RP-1224-5. Columbus. Ohio: Battelle Columbus Laboratories.

Thun, J.-H., Hoenig, D., (2011). An empirical analysis of supply chain risk management in the German automotive industry. *International Journal of Production Economics* 131 (1), 242–249.

Virendra K., P. and Chaitali. B. (2016). Scenario Planning and Risk Failure Mode Effect and Analysis (RFMEA) based Management. KICEM Journal of Construction Engineering and Project Management Online ISSN 2233-9582

Walewski, John A., G. Edward Gibson, and Ellsworth F. Vines. (2002). Improving International Capital Project Risk Analysis and Management. Proceedings of PMI Research Conference Proceedings of PMI Research Conference.

West, Jimmie L. (2002). Integrating Risk Analysis and Prioritization: A Practitioner's Tool," Proceedings of the Project Management Institute Annual Seminars and Symposium .

Wideman, Max R. (1992). Project and Program Risk Management. A Guide to Managing Project Risks & Opportunities, Project Management Institute (1992).

Yin, Yilin and Xie, Qiang, (2010). The Risk Factors Identification and Management of Engineering Changes Based on Fault Tree Analysis Method. School of management, Tianjin University of Technology. 978-1-4244-7161-4.