



TESIS PM-147501

**PENGEMBANGAN METODE *FIRE SAFETY RISK EVALUATION*
PADA INDUSTRI PEMBANGKIT LISTRIK DENGAN INTEGRASI
METODE *HOUSE OF RISK (HoR)* DAN ISO 55001:2014 (*ASSET
MANAGEMENT*)**

(STUDI KASUS : PUSAT LISTRIK TENAGA UAP LUAR JAWA)

**DIMAS HADIANSYAH HAMKA
NRP.09211650015036**

**DOSEN PEMBIMBING
Dr. AdithyaSudiarno, S.T, M.T**

**DEPARTEMEN MANAJEMEN TEKNOLOGI
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN INDUSTRI
FAKULTAS BISNIS DANMANAJEMEN TEKNOLOGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Manajemen Teknologi (M.MT.)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

DIMAS HADIANSYAH HAMKA

NRP. 09211650015036

Tanggal Ujian : 16 Juli 2018

Periode Wisuda : September 2018

Disetujui oleh:

1. Dr Adithya Sudiarno, ST., MT

NIP. 19831016200801 1 006

(Pembimbing)

2. Ratna Sari Dewi, ST., MT.Ph.D.

NIP : 198001132008122002

(Penguji I)

3. Niniet Indah Arvitrida, ST., MT.Ph.D

NIP : 198407062009122007

(Penguji II)

Dekan Fakultas Bisnis dan Manajemen Teknologi,



Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc.

NIP. 195903181987011001

**PENGEMBANGAN METODE *FIRE SAFETY RISK EVALUATION*
PADA INDUSTRI PEMBANGKIT LISTRIK DENGAN INTEGRASI
METODE *HOUSE OF RISK (HoR)* DAN ISO 55001:2014 (*ASSET
MANAGEMENT*)**

(STUDI KASUS : PUSAT LISTRIK TENAGA UAP LUAR JAWA)

Nama mahasiswa : Dimas Hadiansyah Hamka

NRP : 0911620015036

Pembimbing : Dr. Adithya Sudiarno, ST., MT

ABSTRAK

Risiko kebakaran pada pembangkit listrik menjadi isu terkini yang menjadi perhatian dari perusahaan ketenagalistrikan. Beberapa insiden kebakaran akibat *self combustion* debu batubara terjadi dalam rentang tahun 2015 - 2017 mulai dari kebakaran skala kecil hingga kebakaran yang membawa dampak fatalitas. Beragam program *preventif* berupa pengendalian debu batubara dan penyempurnaan fasilitas *handling* batubara hingga penyediaan prasarana pemadam kebakaran telah dilaksanakan secara berkelanjutan, namun kendala yang dihadapi pada implementasi program kerja lebih lanjut adalah menemukan kebijakan yang tepat dalam mengevaluasi risiko penyebab terbesar serta menetapkan prioritas mitigasinya. Mempelajari lebih lanjut tentang perilaku kebakaran, penting untuk menerapkan pengetahuan baru untuk memenuhi tujuan dan sasaran keselamatan kebakaran. Mengintegrasikan metode *House of Risk* dengan ISO 55001:2014 dinilai sebagai alternatif dari beberapa metode terdahulu yang sudah ada dan akan dapat mendukung penetapan kebijakan mitigasi risiko keselamatan kebakaran. Tinjauan proses bisnis secara holistik dengan mempertimbangkan agen risiko yang muncul disamping kejadian risiko, dampak risiko dan tingkat kemunculan agen risiko, maka metode yang digunakan akan dapat menghasilkan daftar prioritas *preventive action* yang terpilih. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 41 kejadian risiko dengan 28 agen risiko yang teridentifikasi. Berdasarkan hasil identifikasi, dipilih 17 agen risiko yang akan dilakukan perancangan *preventive action*. Terdapat 8 *preventive action* yang diusulkan untuk dapat mengurangi probabilitas timbulnya agen risiko yang dapat menyebabkan *business interruption* dari perusahaan.

Kata Kunci : Keselamatan kebakaran, *House of Risk*, ISO 55001

**DEVELOPMENT OF FIRE SAFETY RISK EVALUATION FOR
POWER PLANT BY INTEGRATION HOUSE OF RISK (HOR)
METHOD AND ISO 55001: 2014**

(CASE STUDY: STEAM POWER PLANT OUTSIDE JAVA ISLAND)

Student name : Dimas Hadiansyah Hamka

NRP : 0911620015036

Supervisor : Dr. Adithya Sudiarno, ST., MT

ABSTRACT

The risk of fire in power plants is the latest issue of concern to the electricity company. Several incidents of fire due to self combustion of coal dust occur within 2015 - 2017, ranging from small scale fires to fires that have a fatal impact. Several preventive programs in the form of coal dust control and the improvement of coal handling facilities to the provision of fire fighting infrastructure have been carried out continuously, but the main problem in the implementation of further work programs are finding the right policy in evaluating the biggest risk of the cause and determining the priority of mitigation. Learn further about fire behavior, it is important to apply new knowledge to meet fire safety goals and targets. Integrating House of Risk methods with ISO 55001: 2014 is assessed as an alternative to some of the previous methods that already exist and will be able to support the establishment of fire safety risk mitigation policies. A holistic review of business processes taking into consideration emerging risk agents in addition to risk events, risk impacts and the occurrence of risk agents, then the method used will be able to generate a selected list of prioritized preventive action. The results showed 41 risk events with 28 identified risk agents. Based on the results of identification, selected 17 risk agents to be carried out the design of preventive action. There are 8 proposed preventive actions to reduce the probability of the occurrence of risk agents that can lead to business interruption of the company.

Keyword : *Fire Safety, House of Risk, ISO 55001*

KATA PENGANTAR

Segala Puji ke hadirat Allah SWT atas Rahmat, Taufik dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pengembangan Metode *Fire Safety Risk Evaluation* Pada Industri Pembangkit Listrik Dengan Integrasi Metode *House Of Risk (HoR)* dan ISO 55001:2014 (*Asset Management*)”. Tesis ini diajukan sebagai bagian dari Tugas Akhir dalam rangka menyelesaikan studi di Departemen Manajemen Teknologi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya bidang keahlian Manajemen Industri. Dalam penyelesaian Tesis ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih setulusnya kepada:

1. Dr Adithya Sudiarno, ST., MT selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membantu penulis dalam memberikan motivasi, saran, ide, dan bimbingan.
2. Mama,Papa, Ibu, Ayah, dan MiKa tercinta serta keluarga atas dukungan, motivasi, dan doa.
3. Dr. Henry Pariaman,ST.,MT selaku Kepala Bidang *Engineering* Pembangkit PT PJB dan Ketua Tim *Fire Engineer* Korporat PT PJB serta segenap anggota Tim *Fire Engineer* Korporat yang banyak memberikan kemudahan data dan masukan selama penulisan.
4. Seluruh dosen MMT ITS yang telah memberikan arahan dan bimbingan untuk belajar dan mendalami ilmu Manajemen Industri.
5. Kawan-kawan sesama mahasiswa MMT ITS PJB dan PJBS atas segala bantuan, kerjasama, dan dorongan semangat yang diberikan.

Akhirnya penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kelemahan. Untuk itu saran dan kritik yang konstruktif akan sangat membantu agar tesis ini dapat menjadi lebih baik.

Halaman Sengaja Dikосongkan

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| ABSTRAK | iii |
| ABSTRACT | iv |
| KATA PENGANTAR..... | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL..... | ix |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| BAB 1 PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 7 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 8 |
| 1.4 Batasan Masalah..... | 8 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 8 |
| 1.5.1 Manfaat Teoritis | 8 |
| 1.5.2 Manfaat Praktis..... | 9 |
| BAB 2 KAJIAN PUSTAKA | 11 |
| 2.1 Prinsip Kerja PLTU Batubara | 11 |
| 2.2 Swabakar Batubara..... | 13 |
| 2.3 <i>Fire Safety Risk</i> | 19 |
| 2.4 Penelitian Terdahulu..... | 20 |
| 2.4.1 Metode Edinburg (Stollard, 1984)..... | 20 |
| 2.4.2 Metode Gretener (Kaiser, 1980)..... | 21 |
| 2.5 <i>House of Risk</i> (HoR)..... | 22 |
| 2.6 ISO 55001:2014 (<i>Asset Management</i>)..... | 23 |
| 2.7 Model Manajemen Aset Pembangkitan Listrik Luar Jawa | 26 |
| 2.8 Keterkaitan Proses Bisnis dengan <i>Fire Safety Risk</i> | 26 |
| 2.8.1 <i>Strategy and Planning</i> | 26 |
| 2.8.2 <i>Asset Management Decision-Making</i> | 27 |
| 2.8.3 <i>Asset Information</i> | 27 |
| 2.8.4 <i>Organization and People</i> | 28 |
| 2.8.5 <i>Lifecycle Delivery</i> | 28 |

| | |
|--|----|
| 2.8.6 <i>Risk and Review</i> | 28 |
| 2.9 Perbandingan Beberapa Metode <i>Fire Safety Risk</i> | 28 |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN..... | 31 |
| 3.1 Tahapan Pengambilan Data | 33 |
| 3.2 Tahapan Penetapan Tujuan Penelitian..... | 33 |
| 3.3 Tahapan Pengelolaan Data..... | 34 |
| 3.3.1 <i>House of Risk 1</i> | 34 |
| 3.3.2 <i>House of Risk 2</i> | 35 |
| BAB 4 PENGOLAHAN DATA..... | 37 |
| 4.1 Pengumpulan Data | 37 |
| 4.1.1 Profil Responden | 37 |
| 4.2 <i>House of Risk 1</i> | 38 |
| 4.3 <i>House of Risk 2</i> | 54 |
| BAB 5 ANALISA DATA | 59 |
| 5.1 Analisa <i>House of Risk 1</i> | 59 |
| 5.2 Analisa <i>House of Risk 2</i> | 60 |
| 5.3 Penyusunan Standar <i>Fire Protection System</i> | 60 |
| 5.4 <i>Capacity building</i> proses bisnis pembangkit listrik..... | 62 |
| 5.5 Pelaksanaan <i>Fire Risk Assessment</i> | 63 |
| 5.6 Utilisasi <i>Computerized Maintenance Management System</i> | 65 |
| 5.7 <i>In house training</i> Penyusunan Dokumen Manajemen Risiko (DMR)..... | 66 |
| 5.8 Pengajuan Usulan Serah Terima Aset | 68 |
| 5.9 <i>Setting Fire Protection System</i> dalam kondisi <i>Automatic</i> | 68 |
| 5.10 Penyempurnaan <i>Fire Protection System</i> unit pembangkit | 70 |
| BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN..... | 73 |
| 6.1 Kesimpulan | 73 |
| 6.2 Saran..... | 74 |
| DAFTAR PUSTAKA | 75 |
| DAFTAR ISTILAH | 78 |
| LAMPIRAN 1 KUISONER HOUSE OF RISK..... | 79 |
| LAMPIRAN 2 DOKUMENTASI <i>PEER GROUP DISCUSSION</i> | 82 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 <i>State Of The Art</i> | 30 |
| Tabel 4.1 Proses Bisnis dan Aktifitas Berdasarkan ISO 55001:2014..... | 39 |
| Tabel 4.2 Tingkat Keparahan Sesuai SK Dir PT PJB No.128 (2014)..... | 40 |
| Tabel 4.3 Kejadian Risiko Teridentifikasi Dari Proses Bisnis..... | 46 |
| Tabel 4.4 Tingkat Kemungkinan Kemunculan | 50 |
| Tabel 4.5 Agen Risiko dan Tingkat Kemunculan | 51 |
| Tabel 4.6 <i>House of Risk 1</i> | 52 |
| Tabel 4.7 Agen Risiko Terpilih | 53 |
| Tabel 4.8 <i>Preventive Action</i> Agen Risiko Terpilih..... | 55 |
| Tabel 4.9 <i>House Of Risk 2</i> | 57 |
| Tabel 4.10 Prioritas <i>Preventive Action</i> Terpilih | 58 |

DAFTAR GAMBAR

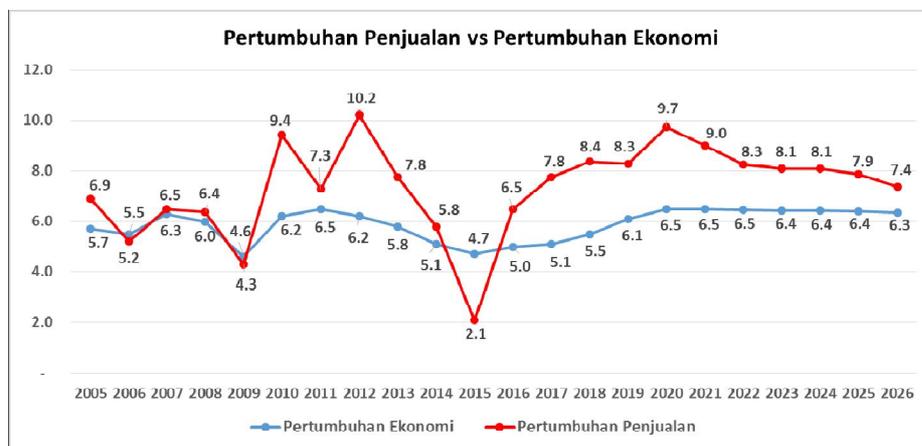
| | |
|---|----|
| Gambar 1.1 Tren Pertumbuhan Penjualan Listrik di Indonesia (Rencana Umum Pengusahaan Tenaga Listrik PT PLN,2017) | 1 |
| Gambar 1.2 Proyeksi Kebutuhan Listrik di Indonesia Tahun 2017-2026 (RUPTL PT PLN ,2017)..... | 2 |
| Gambar 1.3 Peta Formasi Pembawa Batubara Dan Nilai Kalori Batubara (Pusat Sumber Daya Geologi, 2009) | 3 |
| Gambar 1.4 Statistik Material Debu Penyebab Ledakan Tahun 1980 - 2005 (USA) (CSB Combustible Dust Hazard Study, 2006) | 5 |
| Gambar 2.1 Siklus Kerja PLTU Batubara (Diktat Diklat PLN,2010)..... | 11 |
| Gambar 2.2 <i>Institute of Asset Management (IAM) Conceptual Model</i> (IAM,2010) | 24 |
| Gambar 2.3 Subjek Manajemen Aset (IAM,2010)..... | 25 |
| Gambar 2.4 Konsep Asset Management (Brown,2004) | 26 |
| Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian | 32 |
| Gambar 3.2 Matrix Fase Pertama HoR (Pujawan,2009) | 35 |
| Gambar 3.3 Matrix Fase Kedua HoR (Pujawan, 2009) | 36 |
| Gambar 4.1 Diagram Pareto Agen risiko | 53 |
| Gambar 5.1 Transformator Lebih Diutamakan Menggunakan <i>Fire Protection</i> <i>System</i> Pasif karena Tipikal Kebakaran nya yang Disertai Ledakan..... | 62 |
| Gambar 5.2 Sebesar 25% Temuan Risk Survey PT PJB adalah Berkaitan dengan <i>fire protection system</i> | 64 |
| Gambar 5.3 Tampilan <i>Work Order</i> MAXIMO | 66 |
| Gambar 5.4 <i>Deluge System</i> Untuk Transformator Harus Difungsikan Secara Otomatis dengan <i>Trigger</i> dari <i>Fire Detector</i> | 69 |
| Gambar 5.5 <i>Coal Handling Facility</i> Sumber Utama Munculnya Debu Batubara. | 70 |
| Gambar 5.6 Pompa Pemadam Harus Selalu Dipastikan Dalam Kondisi Standby | 71 |
| Gambar 5.7 <i>Electrical Equipment Room</i> Harus Dilindungi dengan Pemadam Tipe Gas | 72 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

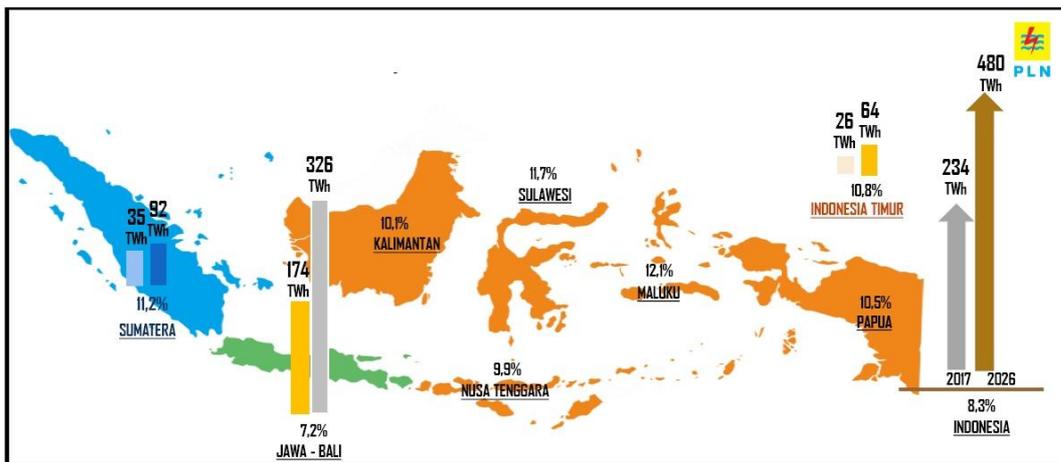
Pertumbuhan ekonomi yang semakin meningkat harus diiringi dengan pertumbuhan penyediaan listrik yang tinggi pula mengingat listrik adalah sumberdaya utama penggerak perekonomian suatu negara. Pada Gambar 1.1 disajikan data pertumbuhan penjualan listrik setiap tahun nya dengan rerata meningkat seiring dengan besarnya pertumbuhan ekonomi Indonesia. Mempertimbangkan hal tersebut berdasarkan Berita Acara Kesekretariatan Negara Tahun 2015, pemerintah Indonesia mencanangkan program pembangunan listrik 35.000 MW yang dari sisi kebijakan proyek ini paling tidak mempunyai 3 tujuan strategis. Pertama, meratakan pasokan listrik di daerah-daerah yang belum mendapatkan aliran listrik. Kedua, menambah cadangan listrik sebesar 30% di atas beban puncak pada hampir semua wilayah. Ketiga, menjadikan listrik sebagai pendorong pertumbuhan industri dan wilayah



Gambar 1.1 Tren Pertumbuhan Penjualan Listrik di Indonesia (Rencana Umum Pengusahaan Tenaga Listrik PT PLN,2017)

Ditinjau dari demografi wilayah di Indonesia, proyeksi kebutuhan tenaga listrik di luar pulau jawa menjadi perhatian khusus dalam kebijakan program 35.000 MW, disajikan dalam Gambar 1.2, proyeksi pertumbuhan kebutuhan listrik di luar

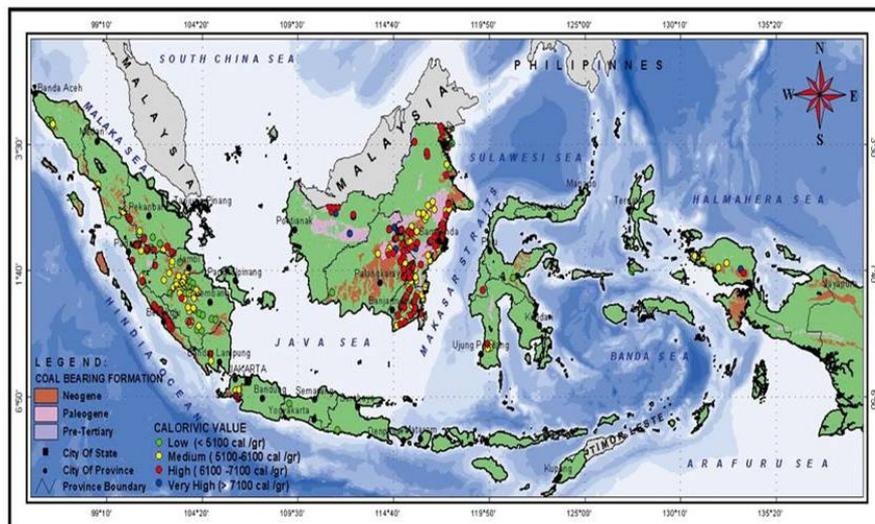
jawa periode tahun 2017-2026 berdasarkan RUPTL PT PLN adalah rerata sebesar 10,9%. Mengacu pada RUPTL PT PLN 2018-2022 PLTU batu bara dan gas akan mendominasi jenis pembangkit yang akan dibangun, yaitu mencapai 31,9 GW atau 41% untuk PLTU batu bara dari total rencana tambahan kapasitas pembangkit, serta 24,4 GW atau 31,32% untuk PLTGU/PLTG dari total rencana tambahan kapasitas pembangkit.



Gambar 1.2 Proyeksi Kebutuhan Listrik di Indonesia Tahun 2017-2026 (RUPTL PT PLN ,2017)

Batubara dikualifikasikan berdasarkan standar ASTM D388 (2012), menjadi 4 (empat) jenis berurutan dari nilai kalori tertinggi yakni batubara jenis *Anthracite*, *Bituminous*, *Sub bituminous*, dan *Lignite*. *Lignite* berwarna kecoklatan seperti tanah, lunak dengan kandungan air 35-75% dari beratnya. Batubara *subbituminus*, memiliki material yang lebih kompak dengan warna bervariasi dari hitam pekat sampai kecoklatan dengan nilai kalori yang lebih tinggi daripada *lignite*. Baik *lignite* maupun batubara *subbituminus* tergolong ke dalam batubara peringkat rendah yang memiliki tingkat kelembaban tinggi dan kandungan karbon yang rendah, dengan demikian kandungannya pun rendah. Batubara dengan mutu yang lebih tinggi atau batubara peringkat tinggi adalah jenis *bituminus* dan *antrasit*. Umumnya lebih keras dan kuat dan seringkali berwarna hitam cemerlang kilap seperti kaca, memiliki kandungan karbon yang lebih banyak, tingkat kelembaban yang lebih rendah dan menghasilkan energi yang lebih banyak. Batubara *bituminus* mengandung 68 – 86% unsur karbon (C) dan berkadar air 8-10% dari beratnya. *Antrasit* adalah batubara

dengan mutu yang paling baik memiliki kandungan karbon dan energi yang paling tinggi serta tingkat kelembaban rendah. Batubara Indonesia berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2003, dikelompokkan menjadi empat kelas kalori berdasarkan perhitungan nilai kalori hasil analisis kimia dengan basis “*air dry*”, yaitu kalori rendah < 5.100 kal/gr, sedang 5.100- 6.100 kal/gr, tinggi 6.100-7.100 kal/gr, dan sangat tinggi >7.100 kal/gr. Sebagian besar batubara Indonesia seperti yang disajikan pada Gambar 1.3 adalah berumur muda (*Neogen*), berupa *lignite* dan *subbituminus* dengan nilai kalori rendah dan sedang. Akan tetapi di beberapa tempat, seperti di daerah Bukit Asam dan Kubah Pinang (Sangatta), pada lapisan batubara yang sama secara lokal sebagian mendapat pengaruh panas dari intrusi magma, menyebabkan kualitasnya meningkat, sehingga ada yang mencapai peringkat *antrasit*.



Gambar 1.3 Peta Formasi Pembawa Batubara Dan Nilai Kalori Batubara (Pusat Sumber Daya Geologi, 2009)

Sebaran batubara Indonesia hasil kegiatan eksplorasi yang dilakukan pemerintah dan swasta menunjukkan bahwa potensi signifikan hanya di Sumatra dan Kalimantan. Potensi terbesar berada di Sumatra sebesar 53% atau 85,25 miliar dengan rincian 64,59 miliar ton berupa potensi untuk tambang terbuka dan 20,66 miliar ton untuk potensi tambang bawah tanah dan cadangannya sebesar 14,79 miliar ton. Adapun potensi Kalimantan sekitar 46% atau 75,03 miliar ton dan cadangannya sebesar 13,20 miliar ton dengan produksi sebesar 92%. Produksi batubara Indonesia hampir seluruhnya berasal dari tambang terbuka. Dari total produksi tahun 2010 sebesar 336 juta ton, sebesar 316 juta ton diekspor. Produksi batubara untuk konsumsi dalam negeri sangat kecil, yaitu kurang dari 10%

Karakteristik batubara berdasarkan standar ASTM D388 (2012) ditentukan oleh nilai karbon tertambat dan nilai kalori dan jenis batubara muda yang dipakai oleh pembangkit listrik pada proyek 35000 MW mempunyai kandungan kalori rendah serta kandungan karbon tertambat yang rendah juga. Rendahnya nilai karbon tertambat ini mengindikasikan tingginya zat terbang (*volatile matter*) dari batubara (Parr, 1906) sesuai formula berikut:

$$FC_{dmmf} = 100 (FC - 0.15S) / (100 - (M + 1.08A + 0.55S))$$

$$VM_{dmmf} = 100 - FC$$

$$M = 100 (Btu - 50S) / (100 - (1.08A + 0.55S))$$

dimana :

FC_{dmmf} = *fixed carbon on dry, mineral matter-free basis*

VM_{dmmf} = *volatile matter on dry, mineral matter-free basis*

A = *Ash (%)*

S = *Sulfur (%)*

Btu = *gross calorific value, Btu/lb;*

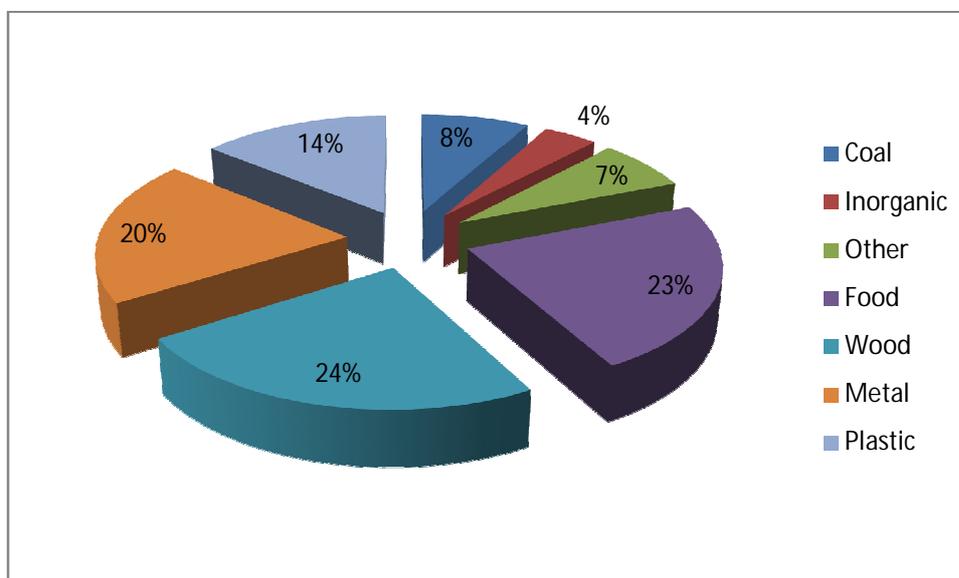
FC = *fixed carbon (%)*

VM = *volatile matter (%)*

M = *moisture (%)*

Karakteristik lain dari batubara ditentukan oleh nilai *Hardgrove Grindability Index* (HGI) (Page, 2002) yakni besaran yang menunjukkan tingkat kemudahan gerus (*grinding*) dari batubara dimana batubara dengan nilai prosentase zat terbang tinggi

memiliki nilai HGI yang tinggi. Besarnya nilai HGI berkorelasi dengan kemudahan terbentuknya debu batubara (Speight, 2015) dimana semakin tinggi nilai HGI suatu sampel batubara maka semakin mudah debu batubara akan terbentuk. Permasalahan terbesar dari pembangkit listrik berbahan bakar batubara terutama dengan jenis kalori rendah adalah pada pengelolaan debu batubara. Pembakaran sendiri (*self combustion*) yang diakibatkan kandungan zat terbang yang tinggi pada batubara kalori rendah menjadi penyebab terbesar dari bermulanya insiden kebakaran di pembangkit listrik. Mengacu pada data statistik material debu penyebab ledakan di industri di Amerika Serikat (Gambar 1.4) didapatkan informasi bahwa debu batubara menyumbang sebesar 8% dari jumlah insiden.



Gambar 1.4 Statistik Material Debu Penyebab Ledakan Tahun 1980 - 2005 (USA) (CSB Combustible Dust Hazard Study, 2006)

PT Pembangkitan Jawa Bali (PT PJB) sebagai anak perusahaan PT PLN yang bergerak di bidang pembangkitan listrik ikut berkontribusi dalam pembangunan dan pengelolaan proyek penyediaan listrik 35.000 MW menyadari risiko kebakaran di unit pembangkit nya memerlukan tindakan untuk memitigasi risiko tersebut. Beberapa insiden kebakaran akibat *self combustion* debu batubara terjadi dalam rentang tahun 2015 - 2017 mulai dari kebakaran skala kecil hingga kebakaran yang membawa dampak fatalitas. Beragam program *preventif* berupa pengendalian debu batubara dan penyempurnaan fasilitas *handling* batubara hingga penyediaan prasarana pemadam kebakaran telah dilaksanakan secara berkelanjutan, namun kendala yang

dihadapi pada implementasi program kerja lebih lanjut adalah menemukan kebijakan yang tepat dalam mengevaluasi risiko penyebab terbesar serta menetapkan prioritas tindakan pencegahannya.

Beberapa penelitian kualitatif telah menyajikan metode pemeringkatan risiko keselamatan kebakaran seperti metode Edinburg (Stollard, 1984), metode Gretener (Kaiser, 1980) metode berbasis NFPA 101 - *Life Safety Code* yang dikembangkan dengan istilah *Fire Safety Evaluation System* (Benjamin, 1979) dan *Dow's Fire and Explosion Index (Dow Chemical Company, 1966)* hingga metode analisa risiko keselamatan kebakaran di pembangkit listrik tenaga nuklir (Kazarians, 1985)

Tinjauan terhadap penelitian terdahulu didapatkan bahwa metode yang digunakan belum mempertimbangkan aspek manajemen aset secara holistik dan tidak melibatkan agen risiko sebagai salah satu variabel perhitungan pemeringkatan risiko potensial. Pertimbangan aspek manajemen aset diperlukan untuk memetakan keseluruhan risiko yang melekat proses bisnis organisasi perusahaan dari tahapan tertinggi yakni penetapan konteks organisatoris hingga pengelolaan aset portofolionya.

Penanganan pada agen risiko disusun dengan menggunakan langkah penanganan proaktif untuk mitigasi probabilitas timbulnya agen risiko dan menentukan prioritas strategi penanganan. Metode tersebut disebut dengan metode *House of Risk (HOR)* (Pujawan dan Geraldine, 2009). Secara garis besar, tahapan dalam *framework* ini dibagi menjadi dua fase yakni fase identifikasi risiko (*risk identification*) dan fase penanganan risiko (*risk treatment*). Fase identifikasi risiko adalah fase dimana kejadian risiko (*risk event*) dan agen risiko (*risk agent*) diidentifikasi dan diukur. Fase penanganan risiko adalah fase dimana agen risiko terpilih dari fase pertama dinilai dengan tindakan penanganan atau aksi mitigasi. Metode HOR dikembangkan dari metode *House Of Quality (HOQ)* dan *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)* untuk menyusun suatu *framework* dalam mengelola risiko rantai pasok. FMEA model asli hanya dapat mengidentifikasi mode kegagalan utama dalam sistem, tidak dapat menemukan mode kegagalan kompleks yang melibatkan banyak kegagalan dalam subsistem (Lipol dan Haq, 2011). FMEA tidak mengakomodir kegagalan kombinasi atau spesifik, termasuk software dan hubungan interaksi manusia dan biasanya hanya memberikan suatu estimasi optimis untuk reliabilitas peralatan (FAA, 2004). Sampai saat ini tidak ada penelitian yang

dilakukan mengenai tinjauan pendekatan yang digunakan untuk meningkatkan kinerja FMEA (Liu et al., 2012). Perhitungan *occurance* dan *severity* FMEA asli dilakukan pada *risk event*, sedangkan pada HOR perhitungan *occurance* pada *risk agent* dan *severity* pada *risk event* (Pujawan dan Geraldine, 2009).

Metode yang digunakan untuk melakukan identifikasi risiko pada HOR adalah pengembangan dari *Supply Chain Operation Reference* (SCOR) yang terdiri dari *plan, source, make, deliver dan return* (Pujawan dan Geraldine, 2009). Model SCOR memiliki keunikan dalam menghubungkan proses bisnis, matrik kinerja, pelaksanaan dan keahlian orang dalam satu kesatuan. Hubungan proses akan memudahkan melakukan identifikasi faktor yang menjadi kendala, sehingga langkah mitigasi penanganan dapat diambil untuk mencegah terjadinya risiko. Metode pengidentifikasian risiko menggunakan SCOR yang secara umum diimplementasikan pada bidang *supply chain* dinilai memiliki kelemahan yakni selain terkait batasan implementasinya yang hanya di bidang *supply chain*, metode ini tidak mengakomodasi aspek manajemen perubahan (Huan, 2004). Perkembangan teknologi khususnya di bidang teknologi informasi yang juga mempengaruhi manajemen rantai pasok tidak terakomodasi oleh metode SCOR. Pemanfaatan teknologi untuk analisa pasar, identifikasi *partner* bisnis dan utilisasi tool pemodelan jaringan (*Network modelling tool*) adalah bagian dari aspek manajemen perubahan yang perlu mendapat perhatian bagi pelaku bisnis. Metode pendekatan manajemen aset berdasarkan panduan ISO 55001:2014 (*Asset Management*) dinilai mampu menjawab kekurangan metode SCOR karena dapat menyajikan gambaran secara holistik proses bisnis. ISO 55001:2014 (*Asset Management*) akan menempatkan *coal handling facility* sebagai aset pembangkit listrik objek dari program mitigasi risiko debu batubara kualitas rendah. Melalui implementasi ISO 55001:2014 PT Pembangkitan Jawa Bali dan penerapan metode HoR secara tepat dapat membantu manajemen perusahaan dalam menetapkan kebijakan terkait penanganan risiko keselamatan kebakaran unit pembangkit listrik sehingga dapat terhindarkan dari interupsi bisnis terutama dari insiden kebakaran.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang masalah yang dijelaskan sebelumnya, maka pada penelitian ini dikembangkan suatu rancangan mitigasi risiko yang mampu

meminimalkan terjadinya risiko keselamatan kebakaran pada pembangkit listrik berbahan bakar batubara kualitas rendah.

1.3 Tujuan Penelitian

Mengacu pada rumusan masalah penelitian diatas, maka tujuan penelitian dirumuskan sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi risiko yang berpotensi menimbulkan *business interuption* dari aspek *fire safety management* pada setiap aktifitas proses bisnis pembangkit listrik di PT Pembangkitan Jawa Bali (PT PJB)
2. Melakukan analisa risiko pada *fire safety management* pembangkit listrik di PT Pembangkitan Jawa Bali (PT PJB)
3. Melakukan rancangan mitigasi risiko yang mampu meminimalisir terjadinya risiko
4. Melakukan integrasi metode *House of Risk* (HoR) dan ISO 55001:2014 (*Asset Management*) untuk pengembangan metode *Fire Safety Evaluation System*

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah ditetapkan agar penelitian dapat fokus dalam mendapatkan solusi terbaik yang akan digunakan. Beberapa batasan masalah yang dipilih penulis adalah sebagai berikut:

- i. Objek penelitian adalah PLTU luar jawa yang telah dilakukan *assessment* oleh tim *fire engineer* korporat PT PJB yang merepresentasikan skema bisnis pengelolaan pembangkit listrik berdasarkan ISO 55001:2014
- ii. Mengacu pada beberapa sistem manajemen aset yang berlaku di PT PJB maka dibatasi sistem manajemen aset adalah sistem keselamatan kebakaran

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi pengembangan ilmu manajemen risiko, khususnya mengenai risiko keselamatan kebakaran pembangkit listrik di Indonesia. Manfaat teoritis yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

- 1) Pengembangan metode *fire safety evaluation system* untuk pembangkit listrik.
- 2) Pengembangan manajemen risiko yang bisa menjadi masukan bagi penelitian selanjutnya.

1.5.2 Manfaat Praktis

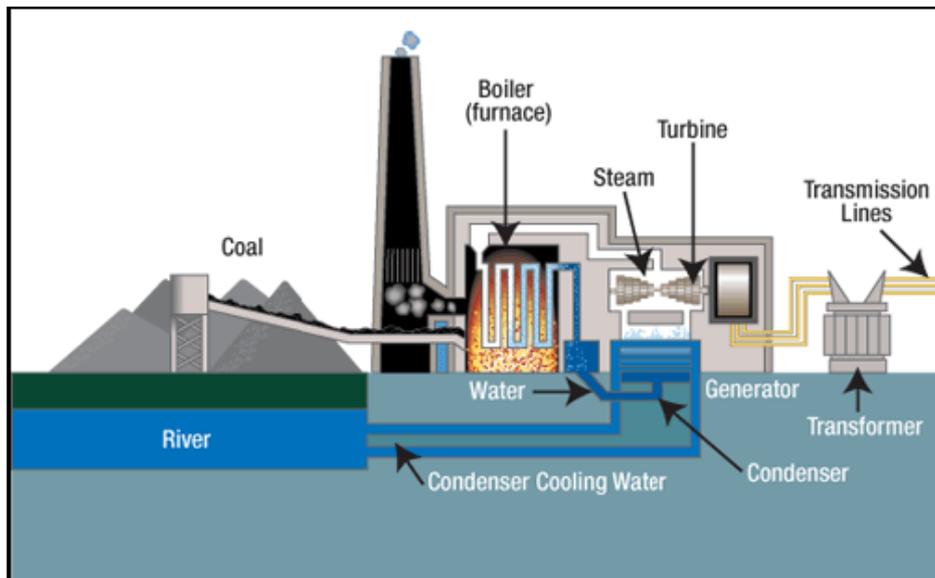
Hasil penelitian ini dapat menjadi masukan bagi perusahaan dalam penetapan kebijakan manajemen aset pemadam kebakaran, melakukan perbaikan berkelanjutan demi ketersinambungan proses bisnis dan mempertahankan sertifikasi ISO 55001 dan OHSAS yang telah didapatkan perusahaan.

Halaman Sengaja Dikosongkan

BAB 2 KAJIAN PUSTAKA

2.1 Prinsip Kerja PLTU Batubara

Pada pembangkit listrik batu bara (PLTU Batubara) batu bara selanjutnya disingkat BB, digunakan sebagai material bahan bakar. Dari tambang, ukuran BB yang dikirimkan dapat berupa bongkahan-bongkahan besar atau sedang. Bila bongkahan besar, kerugiannya yaitu terlalu banyak ruang kosong yang berisi udara. Bahkan dalam kondisi ini BB bisa terbakar sendiri karena mengalami pemanasan. Oleh karena itu, kebanyakan BB yang dikirimkan sudah dikecilkan lagi ukurannya menjadi berada di kisaran diameter 50 mm.



Gambar 2.1 Siklus Kerja PLTU Batubara (Diktat Diklat PLN,2010)

Dari tambang, batu bara diangkut menggunakan truk atau konveyor menuju dermaga atau pelabuhan batu bara. Di pelabuhan ini bila permintaan batu bara dengan ukuran tertentu, pihak penjual akan memproses BB agar sesuai ukuran yang diinginkan. Peralatan yang umum digunakan adalah sistem konveyor dengan mesin penghancur (*crusher*) sebagai komponen utamanya. Keluaran *crusher* dapat diatur diameter butiran BB yang dihancurkan. Setelah mencapai ukuran yang diinginkan, BB siap untuk dimuat ke dalam kapal atau tongkang menggunakan alat-alat bantu seperti *grabber*, *excavator*, *ship loader*, dan

sejenisnya. Dari sini BB dibawa menuju dermaga tujuan selanjutnya, dari kapal BB dibongkar di dermaga tujuan menggunakan beberapa alat, antara lain, *ship unloader*, *grabber*, maupun *excavator* biasa. Selanjutnya BB dipindahkan menggunakan konveyor ataupun menggunakan dump truk menuju lapangan penumpukan batu bara yang biasa disebut *coal yard*. Di sini BB harus diatur sedemikian rupa agar tidak terjadi pembakaran sendiri dengan cara penumpukan dipadatkan dan secara berkala disiram air. Manajemen keluar masuk BB juga harus mengikuti prinsip FIFO (*First In First Out* – Pertama Masuk Pertama Keluar).

Batubara kemudian dipindahkan kembali untuk dibakar dan melewati beberapa tahap, yaitu deteksi logam dan pemisahan dari partikel logam menggunakan magnet pemisah (*magnetic separator*). Tujuannya agar konveyor tidak rusak terkena logam, *crusher* – penghancur batu bara tidak terkikis oleh logam, serta partikel logam tidak masuk ke *boiler*. Pada aliran BB ini juga tersedia timbangan (*belt scale / belt weigher*) untuk mengetahui berapa banyak jumlah BB yang melewati konveyor. BB dipisahkan satu dengan lainnya, bila masih lebih besar ukuran butirannya dari kebutuhan akan masuk ke *crusher*, tetapi bila sudah lebih kecil langsung masuk ke lajur konveyor berikutnya. BB ukuran besar digerus oleh *crusher*, dikecilkan ukurannya sesuai kebutuhan *boiler*. Ukurannya dibuat sesuai spesifikasi pembangkitnya. Bila pembangkit bertipe *stoker*, ukuran butiran batu bara dibuat pada kisaran 20 – 30 mm. Sedangkan bila bertipe CFB (*Fluidized Bed Combustion*), butiran batu bara harus lebih halus seperti serbuk agar bisa melayang pada waktu pembakaran. Batu bara yang tidak hancur sesuai ukuran akan dikeluarkan dari aliran, yang tentunya jumlahnya sangat sedikit. Proses penggerusan ini terjadi di dalam *crusher house*.

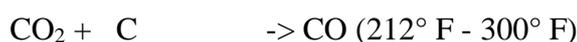
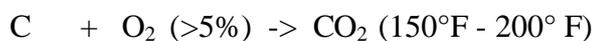
Setelah mengalami beberapa kali tahap penggerusan, serbuk batubara dialirkan menuju ke *silobunker* sebagai penampung sementara dan selanjutnya dialirkan ke dalam ruang bakar di *boiler* dimana terjadi proses perpindahan panas dari radiasi panas pembakaran ke permukaan air di *boiler* sehingga terbentuklah uap kering panas lanjutan sebagai hasil. Uap kering lanjutan (*saturated steam*) produksi *boiler* ini lah yang digunakan untuk memutar sudu sudu turbin yang

tersambung dengan *rotor generator* sehingga pada akhirnya energi listrik terbangkitkan

2.2 Swabakar Batubara

Spontaneous combustion atau disebut juga *self combustion* adalah salah satu fenomena yang terjadi pada batubara pada waktu batubara tersebut disimpan atau di *storage / stockpile* dalam jangka waktu tertentu (Mulyana Hana,2005). Proses *spontaneous combustion* diketahui dari proses *self heating* atau pemanasan dengan sendirinya yang berasal dari oksidasi atau suatu reaksi kimia dari suatu mineral didalam batubara itu sendiri.

Spontaneous combustion pada semua batubara terjadi akibat kontak atmosfer (udara) yang secara cepat atau lambat menunjukkan tanda-tanda oksidasi dan pelapukan dengan resultan penurunan konten kalori, *volatile matter*, dan terjadinya *swelling capacities* (Falcon, 1986). Reaksi eksotermis yang menghasilkan panas apabila tidak hilang akan mencapai suhu inisiasi yang pada akhirnya membentuk titik api pada *hot spot* batubara. Reaksi *spontaneous combustion* dapat digambarkan sebagai berikut :



Proses *spontaneous combustion* mengalami proses bertahap yang dijelaskan sebagai berikut :

1. Mula-mula batubara akan menyerap oksigen dari udara secara perlahan-lahan dan kemudian temperatur udara akan naik.
2. Akibat temperatur naik kecepatan batubara menyerap oksigen dan udara bertambah dan temperatur kemudian akan mencapai 100°C – 140°C.
3. Setelah mencapai temperatur 140°C, uap dan CO₂ akan terbentuk sampai temperatur 230°C, isolasi CO₂ akan berlanjut. Bila temperatur telah berada di atas 350°C, ini berarti batubara telah mencapai titik sulutnya dan akan cepat terbakar.

Ada beberapa teori yang mengungkapkan proses terjadinya suatu *spontaneous combustion*, tentu saja teori-teori ini berdasarkan pengalaman atau percobaan dari penemunya. Dari teori-teori tersebut ada empat teori utama yang menjelaskan fenomena *spontaneous combustion* secara lebih luas yaitu ;

1. Teori *Pyrite* Besi disulfida (FeS_2) (Elder, 1945) dapat diterima secara umum bahwa :
 - a. Panas yang dihasilkan dari oksidasi *pyrite* ikut membantu pada terjadinya oksidasi batubara.
 - b. Oksidasi *pyrite* menjadi *ferrous sulphate* menyebabkan disintegrasi dari batubara sehingga memperluas daerah permukaan batubara untuk terjadinya oksidasi.

Persamaan reaksi berikut menggambarkan reaksi oksidasi *pyrite* didalam batubara (Schmidt, 1945) ;



Akan tetapi Miyagawa (1930) menyatakan bahwa persamaan reaksi oksidasi *pyrite* tidak seperti persamaan reaksi diatas , melainkan mengikuti persamaan reaksi seperti di bawah ini



Miyagawa menyatakan bahwa Sulfur dioksida yang dihasilkan dari reaksi oksidasi tersebut kemudian diadsorpsi kuat oleh permukaan *pyrite* sehingga mencegah reaksi oksidasi lebih lanjut. Hilangnya gas ini dari permukaan *pyrite* tersebut karena air, menyebabkan terjadinya reaksi oksidasi lanjutan. Untuk alasan inilah dia mengklaim bahwa batubara yang mengandung banyak *pyrite* lebih besar kecenderungannya untuk terjadi *spontaneous combustion* apabila disimpan dalam keadaan basah atau lembab.

2. Teori “*coal oxygen*” atau teori kompleks adalah Pembentukan sebuah “*coal-oxygen*” kompleks selama oksidasi batubara pada temperatur rendah dinyatakan oleh sejumlah penelitian terdahulu seperti Wheeler (1918), Davis & Byrne (1925), dan terakhir Elder (1945). Teori ini menyatakan bahwa adsorpsi oksigen terjadi pada temperatur rendah, tahap ini merupakan tahap awal yang merupakan adsorpsi secara fisik. Tahap ini berlanjut

dengan pembentukan kompleks oksigen yang mengandung bentuk oksigen yang aktif yang disebut “per-oksigen”. Tahap ini disebut tahap *Chemisorption*. Kemudian proses ini dilanjutkan pada tahap reaksi per-oksigen tersebut dengan batubara dimana CO, CO₂ dan H₂O dihasilkan oleh dekomposisi dari per-oksigen tersebut. Secara singkat tahapan dari teori ini dapat disederhanakan menjadi ;

- a. Adsorpsi oksigen secara fisik
 - b. Tahap *Chemisorption*; pembentukan sebuah kompleks yang mengandung oksigen aktif yang disebut ”per-oksigen”
 - c. Reaksi kimia cepat dimana CO, CO₂ dan H₂O dihasilkan oleh dekomposisi dari per-oksigen tersebut.
3. Teori *Humidity* adalah batubara akan bereaksi dengan oksigen diudara segera setelah batubara tersebut terekspose selama penambangan. Kecepatan reaksi ini lebih besar terutama pada batubara golongan rendah seperti *Lignite* dan *sub-bituminus*. Sedangkan pada golongan batubara *bituminus* keatas atau *high rank coal*, oksidasi ini baru akan tampak apabila batubara tersebut sudah diekspose dalam jangka waktu yang sangat lama. Apabila temperatur batubara terus meningkat yang disebabkan oleh *self heating*, maka ini perlu ditangani dengan serius karena ini akan berpengaruh terhadap nilai nilai komersial dari batubara tersebut, selain itu ini akan mengakibatkan pembakaran spontan batubara yang sangat tidak kita inginkan karena akan merugikan dan juga mengakibatkan kerusakan lingkungan. Akan tetapi pada temperatur normal kecepatan oksidasi ini kecil sekali, bahkan cenderung menurun selang dengan waktu. Resiko penurunan kualitas karena oksidasi ini masih bisa diterima dalam perioda waktu pengiriman yang normal (8 jam–8 minggu). Oksidasi yang dimaksud diatas adalah oksidasi yang tidak diikuti dengan pembakaran spontan atau oksidasi pada temperatur rendah. Namun apabila dalam jangka waktu lama di *stockpile* penurunan kualitas akibat ini biasanya tidak dapat diterima karena selain penurunan kualitas secara kimia juga akan terjadi penurunan kualitas secara fisik terutama terjadi pada batubara golongan rendah atau *low rank coal* .

4. Teori Bakteri adalah karena aktifitas bakteri dianggap dapat menyebabkan terjadinya *spontaneous combustion*, banyak peneliti melakukan penelitian peran bakteri ini dalam pembakaran spontan batubara.
 - a. Coward (1957) mereview 6 referensi penelitian yang dilakukan oleh peneliti yang berbeda antara 1908 and 1927. Empat dari penelitian tersebut jelas terbukti bahwa bakteri mampu hidup dalam batubara dan dalam beberapa kasus bakteri dapat menaikkan temperature batubara
 - b. Graham (1914) menemukan bahwa batubara yang disterilkan dan batubara yang tidak disterilkan memiliki rate oksidasi yang sama, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa mekanisme oksidasi batubara tidak melibatkan aktifitas bakteri.

Pengalaman atau fakta dilapangan menunjukan bahwa pembakaran spontan batubara terjadi apabila mengikuti kriteria berikut ini :

1. Batubara telah lama disimpan atau di *stockpile* terbuka terlalu lama baik *crushed coal* maupun *raw coal* tanpa pemadatan
 2. Dimensi ukuran, sudut kemiringan, maupun bentuk *stockpile* yang tidak memenuhi standar
 3. Kecepatan angin yang menerpa *stockpile*
 4. Banyaknya mineral pengotor yang ikut tertumpuk pada *stockpile*
 5. Ketidakteraturan ukuran butir batubara
 6. Sistem saluran air (drainase) pada *stockpile* yang tidak sesuai kriteria.
 7. Pengabaian terjadinya pemisahan ukuran partikel batubara (*coarse* dan *fine coal*).
5. Reaksi oksidasi berlangsung terus-menerus, maka panas yang dihasilkan juga akan meningkat, sehingga dalam timbunan batubara juga akan mengalami peningkatan. Peningkatan suhu ini juga disebabkan oleh sirkulasi udara dan panas dalam timbunan tidak lancar, sehingga suhu dalam timbunan akan terakumulasi dan naik sampai mencapai suhu titik pembakaran (*self heating*), yang akhirnya dapat menyebabkan terjadinya proses swabakar pada timbunan tersebut.

Seperti telah dijelaskan diatas bahwa penyebab awal terjadinya pembakaran spontan adalah reaksi oksidasi yang terjadi dengan sendirinya dalam batubara. Panas yang dihasilkan dapat terhilangkan dengan distribusi panas keseluruhan batubara atau ke udara dengan penguapan *moisture* batubara tersebut.

Pembakaran akan terjadi apabila :

1. Adanya bahan bakar (*fuel*)
2. Adanya oksidan (udara / oksigen)
3. Adanya panas (*heat*)

Ada beberapa tindakan pencegahan dan penanggulangan yang bisa dilakukan, yaitu :

1. Tindakan *Preventive* adalah tindakan pencegahan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya *self combustion*. Tindakan tersebut adalah :
 - a. Batubara dibentuk seperti kerucut, hal tersebut dilakukan untuk meminimalkan terjadinya longsor. Karena apabila dibentuk setengah kerucut yang berarti ada bagian yang rata diatas tumpukan batubara maka apabila terjadi hujan dapat membuat genangan air dan akhirnya batubara akan terkikis dan menjadi longsor karena aliran air hujan.
 - b. Bagian tepi dipadatkan menggunakan *bucket excavator*, pemadatan tersebut bertujuan untuk mengurangi ruang kosong yang timbul dalam tumpukan batubara karena celah antar batubara. pemadatan berarti batubara akan memiliki lebih sedikit ruang kosong yang berisi udara/oksigen/O₂ dimana terjadinya kebakaran salah satu faktornya adalah Oksigen (O₂). Apabila tidak memiliki ruang kosong maka hawa panas yang keluar dari batubara akan relatif stabil dan tertahan didalam dengan tidak menimbulkan kebakaran.
 - c. Menggunakan cairan kimia, Cairan yang kami maksud adalah produk untuk *coal treatment* yang memiliki fungsi berbeda – beda :
 - i. *Outodust/Vinasol* adalah Produk ini dapat mencegah *self combustion* selama ± 21 hari
 - ii. *Focustcoat* adalah Produk ini dapat mencegah *self combustion* selama ± 60 hari

- iii. *Hydrosol* adalah Produk ini dapat mencegah *self combustion* selama ± 75 hari
 - iv. *Suppressol* adalah Produk ini adalah untuk *dust control* atau mencegah debu/*ash* yang muncul dari batubara
 - d. Pemeriksaan temperature rutin, pemeriksaan tersebut dilakukan untuk mengukur suhu panas permukaan batubara. Apabila kita menemukan titik permukaan yang terasa panas maka harus di buatkan lubang dengan menggunakan pipa besi sedalam ± 1 meter untuk mengeluarkan hawa panas batubara. Lubang tersebut di biarkan selama ± 1 jam dan tutup serta padatkan kembali. Proses pembuatan lubang ini dilakukan pada sore hari disaat matahari sudah tidak menyengat atau pada malam hari apabila sampai pada sore hari matahari masih bersinar.
 - e. Pembuatan parit, dilakukan pada sekitar tumpukan batubara dengan kedalaman ± 1 meter dan kita alirkan pada saluran pembuangan yang menuju *settling pond*. Hal tersebut bertujuan untuk mengurangi jumlah air yang terdapat dalam tumpukan batubara yang terjadi karena hujan akan mengalir ke parit dari batubara ataupun melewati celah-celah tanah. Hal tersebut juga dimaksudkan untuk mengurangi kadar TM (*Total Moisture*).
- 2. Tindakan *burn out* adalah tindakan yang diambil untuk memadamkan batubara yang sudah terbakar karena *self combustion*. Batubara yang terbakar memiliki beberapa ciri, yaitu :
 - a. Asap berwarna putih pekat, berbau belerang dan menyengat. Hal ini terjadi apabila batubara yang terbakar belum mencapai permukaan dan masih terjadi di dalam tumpukan batubara
 - b. Permukaan berwarna kuning emas, berasap dan panas tentunya. Ini terjadi apabila kebakaran sudah mencapai permukaan yang berarti kebakaran sudah luas dan dalam.
 Untuk tindakan pemadaman dapat dilakukan dalam beberapa tahap agar tidak meluas, yaitu:
 - i. Pembuatan lubang, hal ini dilakukan apabila kebakaran masih berupa asap sehingga kita akan membuat lubang untuk mencari

sumber api. Dalam pembuatan lubang apabila ditemukan batubara yang berwarna kuning atau sudah menjadi debu berwarna emas atau kuning tua maka itu harus dibuang jauh dari tumpukan batubara karena dapat mengkontaminasi batubara lainnya menjadi ikut terbakar.

- ii. Pembuangan debu, hal ini dilakukan apabila kebakaran sudah terjadi sampai ke permukaan. Pembuangan debu dari sisa batubara yang terbakar dilakukan pelan-pelan agar tidak terbang dibawa angin dan akan mengkontaminasi batubara lainnya sehingga akan memunculkan potensi terbakar. Pembuangan debu sampai dengan ditemukannya batubara yang sudah menjadi bara api
- iii. Pengambilan bara api, setiap terjadinya kebaran pasti ada sumbernya yang berupa bara api. Langkah awal memadamkan adalah dengan mengambil dan membuang sumber kebakaran yaitu batubara yang sudah berubah menjadi bara api tersebut kita buang dengan menggunakan skop.
- iv. Penggunaan *detergent*, penggunaan *detergent* ini boleh selama berupa serbuk dan berbusa. *Detergent* tersebut disebarkan dalam lubang yang sudah kita buat kemudian kita semprot dengan air agar berbusa. Busa inilah yang akan mendinginkan hawa panas (hampir sama fungsinya dengan foam pada APAR).

2.3 Fire Safety Risk

Fire Safety Risk didefinisikan sebagai kombinasi kemungkinan (kebetulan atau probabilitas) dari kebakaran yang terjadi dan jika hal itu terjadi, tingkat keparahan (atau konsekuensi) dari hasilnya (Furness, 2007). Beberapa institusi pemerintahan seperti di negara Inggris dan skotlandia menerbitkan panduan untuk melakukan *assessment* untuk *fire safety risk* yang secara garis besar meliputi kegiatan kegiatan sebagai berikut:

1. Penentuan *hazard*
2. Penentuan objek yang terdampak dan bagaimana caranya
3. evaluasi risiko risiko dan tetapkan apakah tindakan pencegahan eksisting sudah cukup atau perlu ada tambahan
4. Pencatatan temuan
5. Review kembali hasil *assessment* dan lakukan revisi jika diperlukan

2.4 Penelitian Terdahulu

2.4.1 Metode Edinburg (Stollard, 1984)

Perbaikan standar keselamatan kebakaran bangunan yang ada memerlukan evaluasi sistematis terhadap kekurangan saat ini dan pilihan untuk perbaikan. Skema "poin" menawarkan metode sederhana dan berulang untuk melakukan analisis semacam itu di area pasien di rumah sakit, dan Departemen Teknik Keselamatan Kebakaran di Universitas Edinburgh disponsori oleh Departemen Kesehatan dan Jaminan Sosial (DHSS) untuk memproduksi skema seperti itu. Otoritas skema poin berasal dari pengalaman orang-orang yang memproduksinya dan penggunaan dari teknik "Delphi" untuk menghasilkan skema ini dapat dijelaskan.

Tujuan utama evaluasi menggunakan skema ini adalah untuk memberi para *assessor* lokal sebuah teknik sistematis yang mudah dioperasikan, sehingga tingkat keamanan kebakaran yang ada dalam volume survei dapat dinilai dan dibandingkan dengan tingkat kemampuan penerimaannya.

Setelah menerima kebutuhan akan skema evaluasi yang dirancang untuk menilai area pasien di dalam rumah sakit, lima masalah perkembangan diidentifikasi.

1. Pemilihan 'norma' terhadap penilaian mana yang dapat dilakukan
2. Identifikasi faktor keamanan yang berkontribusi terhadap norma
3. Perhitungan nilai relatif faktor keamanan
4. Pengembangan metode survei daerah pasien untuk memberikan informasi faktual

5. Perumusan cara yang ringkas untuk mempresentasikan hasilnya dan membuat perbandingan

2.4.2 Metode Gretener (Kaiser, 1980)

Pada tahun 1960, Max Gretener dari Swiss *Fire Protection Association* mulai mempelajari kemungkinan sebuah aritmatika evaluasi risiko kebakaran pada bangunan. Premisnya adalah penentuan risiko kebakaran berdasarkan metode statistik berdasarkan pengalaman kehilangan sudah tidak memadai lagi untuk beberapa alasan berikut:

1. Kurangnya pengalaman pertukaran kerugian
2. Analisis yang tidak memadai sehubungan dengan sebab dan faktor menentukan ukuran kerugian, mengakibatkan distorsi data statistik
3. Perubahan teknologi yang cepat mengubah kredibilitas pengalaman sebelumnya
4. Kriteria yang berbeda, menurut negara dan perusahaan, untuk pengumpulan dan evaluasi data

Sebagai hasil dari pendekatan baru untuk menjadwalkan rating, Metode Gretener telah berkembang menjadi banyak digunakan indeks risiko kebakaran di Swiss dan negara-negara Eropa lainnya. Ide dasar proses terdiri dari mengungkapkan, secara relatif, nilai numerik yang diturunkan secara empiris, faktor untuk inisiasi kebakaran dan penyebaran serta faktor kebakaran perlindungan.

Produk dari faktor bahaya adalah nilai untuk potensi bahaya, sedangkan produk dari proteksi kebakaran, faktor mengungkapkan nilai untuk tindakan perlindungan. Rasio dari produk ini diambil sebagai ukuran yang diharapkan tingkat keparahan kebakaran

Dari langsung banding adalah bahwa pendekatan dimulai dengan konsep eksplisit risiko sebagai harapan kerugian yang diberikan dengan produk probabilitas bahaya dan tingkat keparahan bahaya:

$$R = A \times B \quad (1)$$

dimana :

R = Risiko kebakaran

A = Kemungkinan api akan bermula

B = Bahaya kebakaran, tingkat bahaya, atau tingkat keparahan yang mungkin terjadi

Dengan demikian, metode Gretener didasarkan pada dua probabilitas ini dan menggabungkannya sesuai dengan teori probabilitas.

$$\text{Fire Hazard} = \frac{\text{Potential Hazard}}{\text{Protective Measures}} \quad (2)$$

$$B = \frac{P}{N \times S \times F} \quad (3)$$

dimana:

B = Bahaya kebakaran

P = Potensi bahaya

N = Ukuran standar *fire safety*

S = konstanta

F = nilai resistansi kebakaran dari bangunan

Potensi bahaya P adalah produk dari elemen bahaya yang muncul sebagai efek rambatan pengaruh kebakaran satu per satu material isi dari bangunan tersebut. Sebagaimana sebagian besar metode sejenis, penilaian dari faktor individual tidak berbasis perhitungan statistik namun berdasarkan gambaran empiris perbandingan dari analisa analisa risiko kebakaran dimana ukuran fire protection dianggap sudah sesuai dengan standart/regulasi.

2.5 *House of Risk (HoR)*

Metode ini didasarkan pada anggapan bahwa manajemen risiko *supply chain* proaktif harus berusaha fokus pada tindakan pencegahan, yaitu mengurangi probabilitas terjadinya agen risiko. Mengurangi terjadinya agen risiko biasanya akan mencegah beberapa kejadian berisiko terjadi. Dalam kasus seperti itu, perlu untuk mengidentifikasi kejadian risiko dan risiko yang terkait agen. Biasanya, satu agen risiko dapat menyebabkan lebih dari satu kejadian risiko. Sebagai contoh, masalah dalam sistem produksi karena faktor pemasok dapat mengakibatkan kekurangan bahan dan tingkat penolakan yang meningkat dimana yang terakhir disebabkan oleh *switching procurement* ke pemasok yang lain dan

aksi proaktif yang dipilih adalah melakukan *strategic negotiation* dengan supplier gas (Pujawan,2009).

Dalam *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) yang terkenal, penilaian risiko dilakukan melalui perhitungan RPN sebagai produk dari tiga faktor, yaitu probabilitas terjadinya, tingkat keparahan dampak, dan deteksi. Tidak seperti model FMEA dimana probabilitas terjadinya dan tingkat keparahan dikaitkan dengan kejadian risiko, di sini ditetapkan probabilitasnya agen risiko dan tingkat keparahan kejadian risiko. Karena satu agen risiko bisa menyebabkan jumlah kejadian risiko, perlu dilakukan kuantitas potensi risiko agregat dari suatu agen risiko

Jika O_j adalah probabilitas kemunculan agen risiko j , S_i adalah dampak jika even risiko muncul dan R_{ij} adalah korelasi antara agen risiko j dan even risiko i , maka agregat potensial risiko (ARP) dari agen risiko j dihitung mengikuti formula sebagai berikut:

$$ARP_j = O_j \sum_i S_i R_{ij} \quad (4)$$

Metode HoR menyesuaikan model *House of Quality* (HoQ) untuk menentukan agen risiko mana yang harus diprioritaskan untuk tindakan preventif. Peringkat diberikan ke masing - masing agen risiko berdasarkan besarnya nilai ARP_j untuk setiap j . Oleh karena itu, jika ada banyak agen risiko, perusahaan bisa memilih beberapa dari mereka yang dianggap memiliki potensi besar untuk menginduksi kejadian berisiko. Dalam metode HoR diusulkan 2 (dua) tahapan yang didasarkan pada HoQ yang dimodifikasi:

1. HoR1 digunakan untuk menentukan agen risiko mana yang menjadi prioritas utama tindakan pencegahan
2. HoR2 adalah memprioritaskan tindakan yang dianggap efektif namun dengan wajar komitmen uang dan sumber daya.

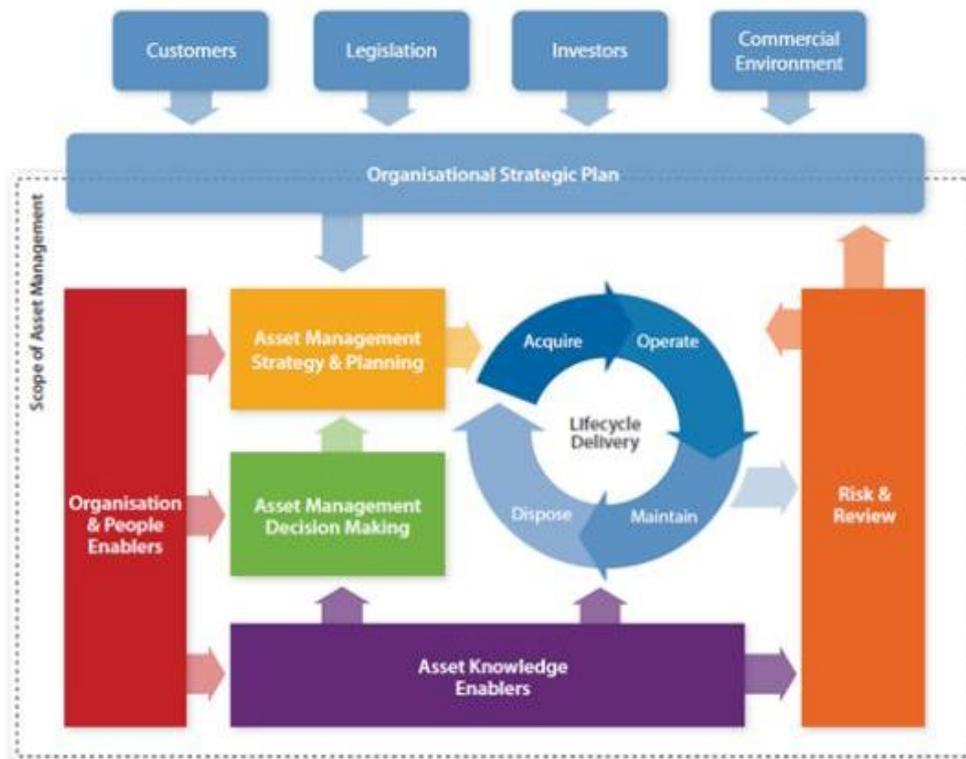
2.6 ISO 55001:2014 (*Asset Management*)

Standar ISO 55001 dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan standar manajemen aset yang menyediakan pemahaman manajemen aset umum dan sejenisnya, standar ini dapat diimplementasikan secara global dan merubah persepsi bahwa manajemen aset hanya berlaku untuk perusahaan yang memiliki

infrastruktur dan aset fisik dalam skala besar. Tujuan mendasar dari standar ini adalah untuk membimbing dan mempengaruhi rancangan kegiatan pengelolaan aset organisasi. Hal ini dicapai dengan melekatkan sejumlah konsep kunci dan prinsip-prinsip dalam kerangka manajemen aset, seperti berikut:

1. Fokus pada nilai aset yang diberikan kepada organisasi dan pemangku kepentingan;
2. Penyelarasan tujuan organisasi ke dalam keputusan teknis dan keuangan;
3. Pentingnya kepemimpinan dan budaya;
4. Jaminan bahwa aset memenuhi fungsi yang dibutuhkan

Menggunakan pendekatan ISO 55001:2014 akan dapat teridentifikasi bisnis proses yang dalam pengelolaan aset pembangkit listrik yang terkait dengan *fire safety management* yakni dimulai dari perencanaan strategis, tahapan dalam *life cycle*, pengelolaan *awareness* dan kompetensi karyawan sebagaimana dijelaskan pada gambar berikut :



Gambar 2.2 *Institute of Asset Management (IAM) Conceptual Model (IAM,2010)*

Business process menurunkan kejadian risiko dari subjek aset management yang berdasarkan standar ISO 55001:2014 ditetapkan pada Gambar 2.5 dibawah ini

| | | | | |
|--|---|----------------------------------|--|------------------------------|
| <u>Strategy and Planning</u> | AM Policy | <u>Lifecycle Delivery</u> | Technical Standards and Legislation | |
| | AM Strategy and Objectives | | Asset Creation and Acquisition | |
| | Demand Analysis | | System Engineering | |
| | Strategic Planning | | Configuration Management | |
| | Asset Management Planning | | Maintenance Delivery | |
| <u>Asset Management Decision-Making</u> | Capital Investment Decision-Making | | Reliability Engineering | |
| | Operational & Maintenance Decision-Making | | Asset Operations | |
| | Lifecycle Value Realization | | Resources Management | |
| | Resources Strategy | | Shutdown and Outage Management | |
| | Shutdown & Outage Strategy | | Fault and Incident Response | |
| <u>Asset Information</u> | Asset Information Strategy | <u>Risk and Review</u> | Risk Assessment and Management | |
| | Asset Information Standards | | Contingency Planning and Resilience Analysis | |
| | Asset Information System | | Sustainable Development | |
| | Asset Information Management | | Management of Change | |
| <u>Organization and People</u> | Procurement and Supply Chain Management | | Asset Performance and Health Monitoring | |
| | Asset management leadership | | Asset Management System Monitoring | |
| | Organizational Structure | | Management Review, Audit and Assurance | |
| | | | | Asset Costing and Evaluation |

Gambar 2.3 Subjek Manajemen Aset (IAM,2010)

2.7 Model Manajemen Aset Pembangkitan Listrik Luar Jawa

Asset Management adalah suatu proses yang menghubungkan antara pemilik aset, manajer aset dan operator aset (Brown,2004). Model Pengelolaan Pembangkit Listrik Luar Jawa PT PJB mengadopsi konsep manajemen aset ini dengan *asset operator* dari pihak PT PJB sedangkan *asset manager* dan *asset owner* dari pihak PLN Sektor. Dalam konsep sebagaimana disajikan pada Gambar 2.6 dibawah ini, *asset owner* menetapkan nilai-nilai bisnis, strategi perusahaan, dan tujuan perusahaan dalam hal biaya, keandalan, dan risiko. *Asset manager* mengidentifikasi cara terbaik untuk mencapai tujuan ini dan mengartikulasikannya dalam rencana aset jangka panjang. *Asset operator* melaksanakan rencana dengan cara yang efisien, dan memberi umpan balik aset dan data keandalan ke dalam proses manajemen aset. Sinergi yang baik antara ketiga pihak tersebut dapat menjamin terciptanya nilai dari aset yang dimiliki



Gambar 2.4 Konsep Asset Management (Brown,2004)

2.8 Keterkaitan Proses Bisnis dengan *Fire Safety Risk*

2.8.1 *Strategy and Planning*

Strategi dan perencanaan organisasi sebagai subjek manajemen aset sesuai model IAM terdiri dari aktivitas *asset management policy*, *asset management strategy and objectives*, *demand analysis*, *strategic planning*, dan

asset management planning. Strategi dan perencanaan organisasi sebagai kebijakan manajemen aset secara umum diartikan sebagai niat dan arahan organisasi yang dinyatakan secara resmi oleh manajemen puncaknya untuk mendukung pencapaian nilai perusahaan (ISO 55001,2014). Kebijakan yang ditulis dengan baik akan memungkinkan organisasi dan orang-orang di dalamnya untuk mengidentifikasi bahaya dan risiko sebelum terjadinya insiden korban jiwa, dampak kesehatan hingga kehilangan pendapatan lainnya (Furness, 2007). Menghindari kerugian finansial akibat insiden keselamatan adalah salah satu dari banyak faktor keberhasilan bisnis.

2.8.2 *Asset Management Decision-Making*

Perusahaan dalam rangka mengetahui keinginan dan harapan dari pemangku kepentingan (*stakeholder*) harus dapat menetapkan kriteria kriteria penyusun *asset management decision making* (ISO 55001,2014). Beberapa aktivitas terkait *asset management decision making* adalah *capital investment decision making*, *o&m decision making*, *disposal strategy*, *shutdown and outage strategy*, *life cycle value realization* dan *resource strategy*. Menurut furness (2007) karyawan yang sadar akan posisi nya di perusahaan sebagai bagian tak terpisahkan dari proses pengambilan keputusan dalam lingkungan kerjanya akan lebih termotivasi untuk patuh pada standar keselamatan dan berdasarkan penelitian tipikal karyawan dengan kesadaran seperti ini kerap kali memunculkan terobosan perbaikan yang bermanfaat bagi aspek keselamatan kerja. Sebaliknya karyawan yang merasa tidak terikat dengan manajemen perusahaan akan cenderung memunculkan dampak buruk bagi program program keselamatan kerja.

2.8.3 *Asset Information*

Informasi terkait aset perusahaan menjadi pokok bahasan penting di dalam manajemen aset. *Construction, Occupancy, Protection and Exposure* (COPE) adalah 4 elemen dasar yang digunakan oleh *underwriters* dalam menilai risiko dari suatu aset sejak 300 tahun yang lalu hingga sekarang (Boggs,2010). Ketersediaan informasi aset dengan mengacu pada 4 elemen dasar tersebut sangatlah penting bagi perusahaan salah satunya dalam upaya menurunkan nilai premi asuransi.

2.8.4 Organization and People

Beberapa aktivitas dalam tinjauan *organization and people* adalah *procurement and supply chain management, asset management leadership, organization structure, organization culture, competence management*. Menurut furness (2010), setelah manajemen perusahaan berkomitmen penuh untuk meningkatkan budaya keselamatan, mereka perlu membangun dan mempromosikan standar keselamatan yang tinggi di tempat kerja. Upaya mempromosikan standar keselamatan haruslah diperkuat oleh sikap kepemimpinan yang tegas termasuk bertindak dengan cara yang memberikan tauladan yang jelas dan positif bagi semua individu dalam organisasi.

2.8.5 Lifecycle Delivery

Pada proses di dalam *lifecycle delivery*, perusahaan harus memastikan setiap aktivitas manajemen aset (*acquire, operate, maintain and dispose*) sudah sesuai dengan standar teknis dan regulasi pemerintah yang relevan (GFMAM, 2014). Dalam rangka memastikan kesesuaian aktivitas manajemen aset, perusahaan menunjuk suatu bagian, divisi, tim kerja atau individu yang bertanggung jawab untuk menegakkan persyaratan kode atau standar, atau untuk melakukan persetujuan penggunaan peralatan, bahan, instalasi, atau prosedur (NFPA 850, 2015)

2.8.6 Risk and Review

Didefinisikan sebagai suatu proses yang dilakukan oleh perusahaan dalam meninjau kembali atau mengaudit efektifitas dari proses manajemen aset dan sistem manajemen aset perusahaan (GFMAM, 2014). Menurut furness (2010) kegiatan menetapkan sistem pemantauan dan pengukuran yang efektif membantu untuk menunjukkan komitmen manajemen terhadap tujuan keselamatan secara umum dan juga akan membantu dalam pengembangan budaya keselamatan dalam rangka pengendalian tingkat risiko.

2.9 Perbandingan Beberapa Metode Fire Safety Risk

Beberapa penelitian kualitatif dijelaskan pada Tabel 2.1 telah menyajikan metode pemeringkatan risiko keselamatan kebakaran (*fire risk ranking*) seperti

metode Edinburg (Stollard, 1984), metode Gretener (Kaiser, 1980) metode berbasis NFPA 101 - *Life Safety Code* yang dikembangkan dengan istilah *Fire Safety Evaluation System* (Benjamin, 1979) dan *Dow's Fire and Explosion Index* (Dow Chemical Company, 1966) hingga metode analisa risiko keselamatan kebakaran di pembangkit listrik tenaga nuklir (Kazarians, 1985). Tinjauan terhadap penelitian terdahulu didapatkan bahwa metode yang digunakan belum mempertimbangkan aspek manajemen aset secara holistik dan tidak melibatkan agen risiko sebagai salah satu variabel perhitungan pemeringkatan risiko potensial. Pertimbangan aspek manajemen aset diperlukan untuk memetakan keseluruhan risiko yang melekat proses bisnis organisasi perusahaan

Perkembangan teknologi informasi dengan pengembangan software pembantu yang mengimplementasikan metode metode eksisting dinilai memiliki keunggulan dalam hal memperoleh analisa yang mudah dan mampu telusur yang cepat ke database hasil *assessment*. Beberapa *software* pemeringkatan risiko yang telah dikembangkan tersebut antara lain : ALARM 2.0 (Weber, 2001), COFRA (Park, 1998), FREM (Hughes, 1999), EFSES (NRCS, 1995), dan RiskPro *software* (RiskPro, 2000). Fokus hanya pada informasi aset yang diteliti (sesuai metode yang diadopsi) menjadi suatu kelemahan dari software tersebut, sehingga dinilai diperlukan perbaikan dengan mempertimbangkan keseluruhan aspek dari manajemen aset.

Tabel 2.1 State Of The Art

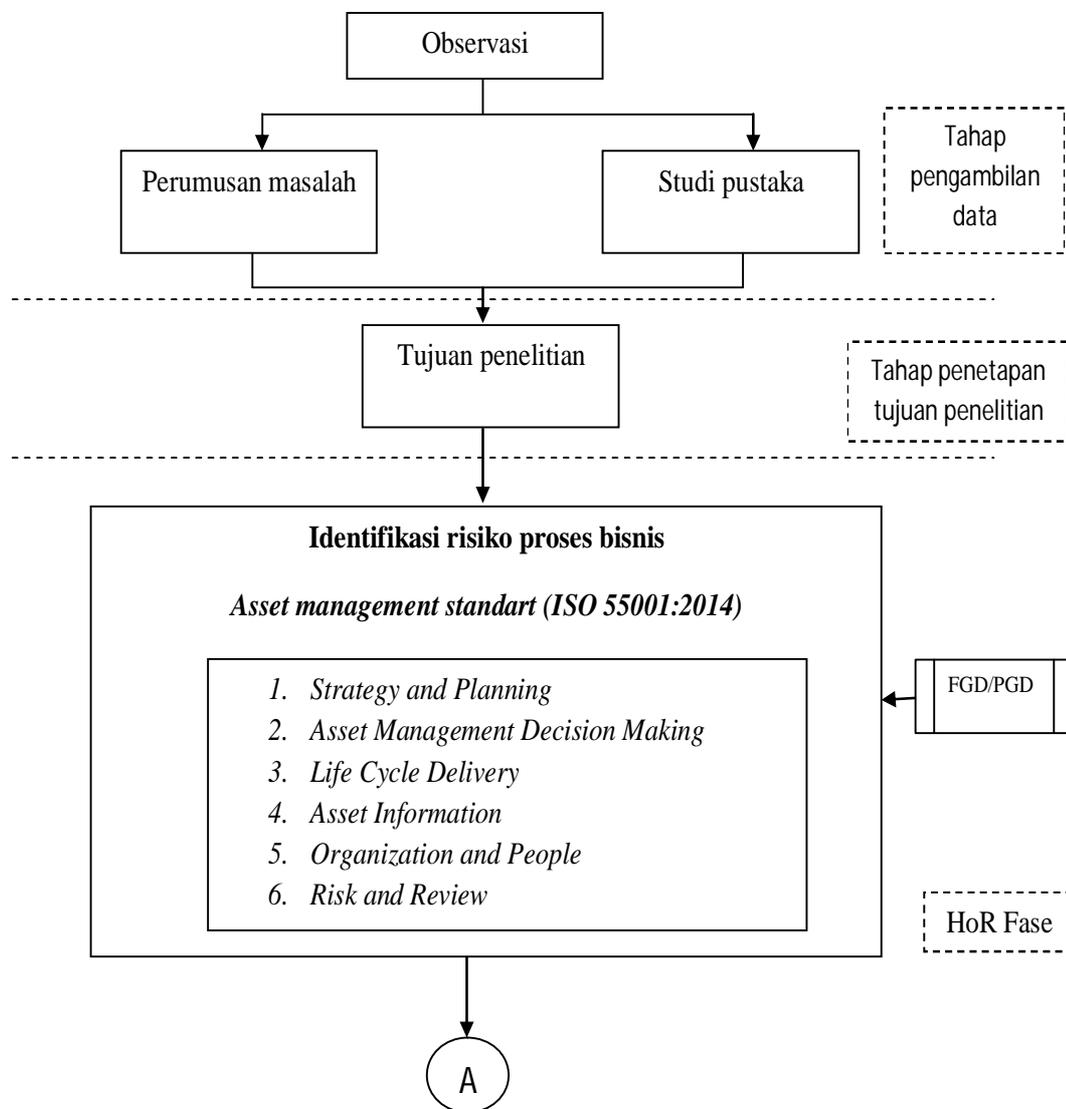
| No | Author | Business Process | | | | | | Risk Analysis | Hazard | Application Area |
|----|------------------------------|------------------|------|----|-----|----|-----|--|------------------------------|-------------------------------|
| | | S&P | AMDM | AI | O&P | LD | R&R | | | |
| 1 | Stollard,1984 | √ | | | | | | <i>Delphi Method</i> | <i>Ordinary Hazard</i> | <i>Hospital</i> |
| 2 | Kaiser,1980 | | | √ | | | | <i>Gretener Formula</i> | <i>Ordinary Hazard</i> | <i>General Mfg</i> |
| 3 | Benjamin,1979 | | | √ | | | | <i>Life Safety Code (NFPA 101)</i> | <i>Ordinary Hazard</i> | <i>Health Care Facilities</i> |
| 4 | Dow Chemical Company,1966 | | | √ | | | | <i>Dow's Fire and Explosion Index</i> | <i>Chemical Hazard</i> | <i>Chemical Factory</i> |
| 5 | Kazarrians,1985 | | | √ | | | | <i>Probabilistic Risk Assessment (PRA)</i> | <i>NuclearHazard</i> | <i>Nuclear Power</i> |
| 6 | Weber,2001 | | | √ | | | | <i>Life Safety Code (NFPA 101)</i> | <i>Ordinary Hazard</i> | <i>Health Care Facilities</i> |
| 7 | Park,1998 | | | √ | | | | <i>Life Safety Code (NFPA 101)</i> | <i>Ordinary Hazard</i> | <i>Telecommu nication</i> |
| 8 | Hughes,1999 | | | √ | | | | <i>Life Safety Code (NFPA 101)</i> | <i>Ordinary Hazard</i> | <i>Business Occupancy</i> |
| 9 | NRCS,1995 | | | √ | | | | <i>Gretener Formula</i> | <i>Ordinary Hazard</i> | <i>Business Occupancy</i> |
| 10 | RiskPro, 2000 | | | √ | | | | <i>Gretener Formula</i> | <i>Ordinary Hazard</i> | <i>Business Occupancy</i> |
| 11 | Pujawan, 2009 | √ | | √ | √ | √ | | <i>HoR</i> | - | <i>Supply chain</i> |
| 12 | Kusnindah, 2014 | √ | | √ | √ | √ | | <i>HoR</i> | - | <i>Supply chain</i> |
| 13 | Karningsih,2015 | √ | | √ | √ | √ | | <i>HoR</i> | | <i>Supply chain</i> |
| 14 | Lau,2015 | | | √ | √ | √ | √ | <i>AHP</i> | <i>Ordinary Hazard</i> | <i>Business Occupancy</i> |
| 15 | Hamka, D dan Sudiarno,A 2018 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | <i>HoR</i> | <i>Combustible Coal Dust</i> | <i>Coal Fired Steam</i> |

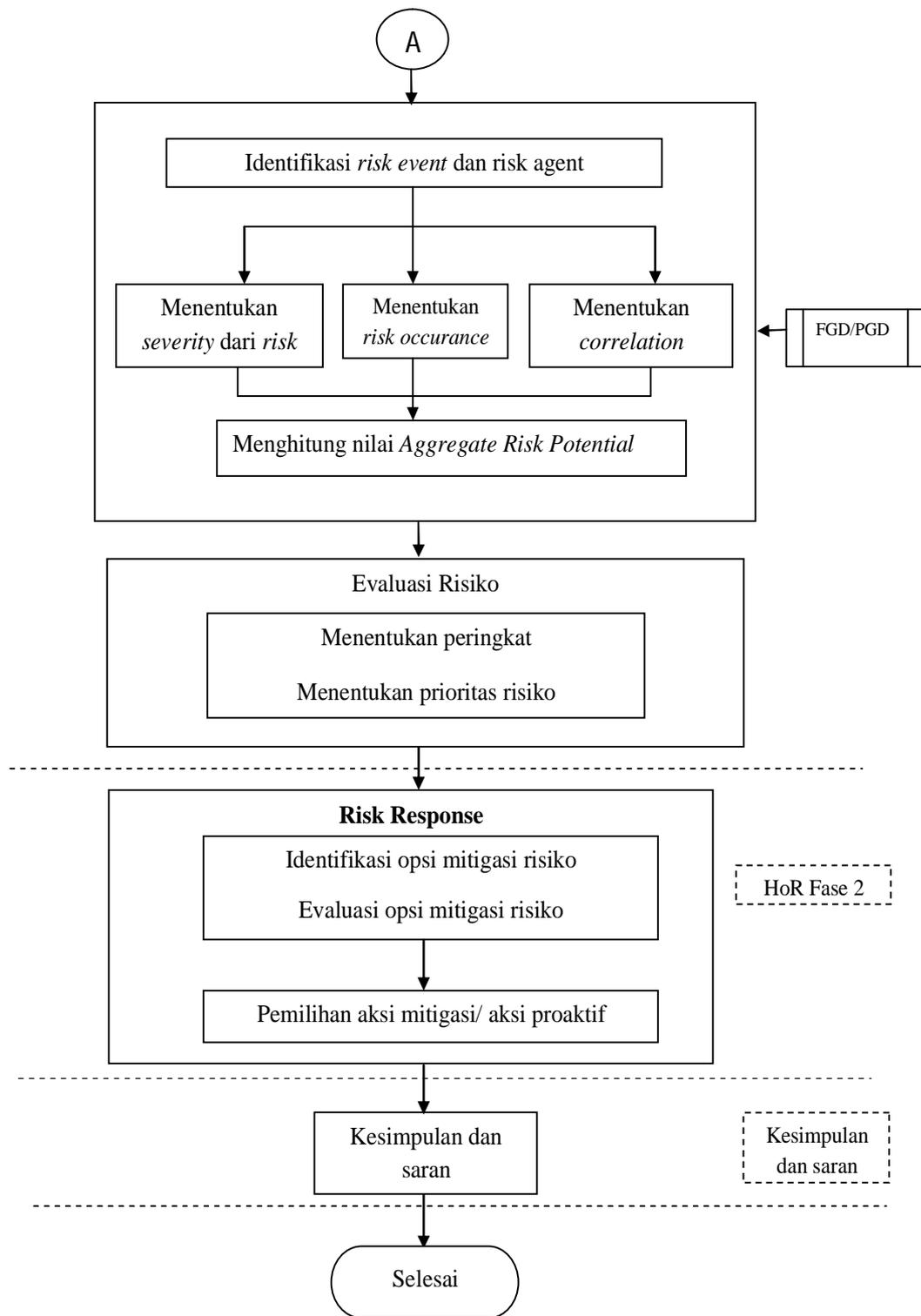
Keterangan :

- S&P* = *Strategy and Planning*
- AMDM* = *Asset Management Decision Making*
- AI* = *Asset Information*
- O&P* = *Organization and People*
- LD* = *Lifecycle Delivery*
- R&R* = *Risk and Review*

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dipaparkan mengenai metodologi penelitian yang digunakan sebagai acuan dalam melaksanakan penelitian yang terdiri dari tahapan pengambilan data melalui observasi lapangan, tahapan penetapan tujuan penelitian, tahapan pengolahan dan analisa data menggunakan House of Risk 1 dan 2 serta penetapan kesimpulan dan saran.





Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

Penjelasan tahapan metodologi adalah sebagai berikut:

3.1 Tahapan Pengambilan Data

Pada tahapan ini dilakukan kegiatan observasi dalam bentuk kegiatan *assessment* yang dilakukan oleh tim *Fire Engineer* Korporat PT PJB dengan tugas pokok sesuai SK Direksi PT PJB yakni melaksanakan program *assessment* kondisi *fire protection system* unit pembangkit serta memastikan implementasi pedoman *standard guideline fire protection system* PT PJB

Adapun lingkup kegiatan *assessment* adalah sebagai berikut:

1. *Outlining fire protection system existing*
2. *Gap Analyzing* kondisi *existing* dengan *standard guideline fire protection system* PT PJB
3. Menyusun rekomendasi penyempurnaan dilengkapi skala prioritas
4. Menyusun kelengkapan perencanaan program kerja terkait rekomendasi penyempurnaan
5. Menyampaikan presentasi hasil pekerjaan kepada manajemen PT PJB

Dalam perkembangannya sesuai arahan direksi lingkup pekerjaan bertambah dengan memasukkan unsur *fire prevention* unit pembangkit sebagai objek *assessment*. Mengacu laporan hasil *assessment* ditemukan bahwa diperlukan pemeringkatan kegentingan risiko kebakaran di unit pembangkit, sehingga pada tahapan ini dirumuskan *problem statement* yang menggambarkan kondisi aktual unit pembangkit. Seiring perumusan masalah dilakukan juga studi literature terkait yakni metode *House of Risk* dan standar ISO 55001:2014

3.2 Tahapan Penetapan Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ditetapkan dalam rangka memfokuskan upaya penemuan penyelesaian permasalahan. Batasan batasan penelitian ditentukan dalam tahapan ini.

Dari tahapan pengumpulan data ditentukan batasan permasalahan sebagai berikut:

1. Objek penelitian adalah PLTU luar Jawa yang telah dilakukan *assessment* oleh tim *fire engineer* korporat PT PJB
2. Sistem aset manajemen yang dibahas adalah sistem keselamatan kebakaran

3.3 Tahapan Pengelolaan Data

3.3.1 *House of Risk 1*

Dalam tahap pertama *house of risk* dilakukan pengolahan data, yang terdiri dari pemetaan aktivitas dan identifikasi risiko serta agen risiko. Pemetaan aktivitas *fire safety management* didapatkan dengan cara observasi dan berasal dari laporan hasil *assessment*. Setelah itu aktivitas *fire safety management* unit pembangkit dipetakan di model sesuai referensi ISO 55001 untuk mengklasifikasi kejadian risiko dan agen risiko diidentifikasi berdasarkan aktivitas *fire safety management*. Penetapan agen risiko beserta korelasinya dengan kejadian risiko turunan dari proses bisnis dilakukan dengan cara *brainstorming* melalui media *Peer Group Discussion*, *Workshop* serta *survey* menggunakan *google form* melibatkan para ahli dan karyawan internal dengan pengalaman dan pemahaman yang luas tentang *fire safety management*.

Tahap selanjutnya adalah analisis risiko yaitu menentukan tingkat *severity* dari kejadian risiko dan *occurrence* yang kemudian dipetakan pada model *house of risk* (HOR) fase 1 sebagaimana disajikan pada Gambar 3.2. Dalam model tersebut kejadian risiko dan agen risiko dinilai korelasinya, dengan hasil akhir adalah nilai *aggregate risk priority* (ARP). Nilai ARP didapatkan dari hasil perkalian antara nilai *severity*, nilai *occurrence* dan nilai korelasi dari kejadian risiko dan agen risiko. Dari hasil tersebut, kemudian dirangking dengan menggunakan prinsip 80/20 dari diagram Pareto untuk menghasilkan agen risiko terpilih.

| Business Processes | Sub Processes | Risk Event (E _i) | Risk agent (A _j) | | | | | | | Severity of Risk Event I (S _j) |
|----------------------------------|--|------------------------------|------------------------------|------|------|------|------|------|------|--|
| | | | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | |
| Strategy and planning | AM Policy | E1 | | | | | | | | S1 |
| | AM Strategy and Objectives | E2 | | | | | | | | S2 |
| | Demand Analysis | E3 | | | | | | | | S3 |
| | Strategic Planning | E4 | | | | | | | | S4 |
| | Asset Management Planning | E5 | | | | | | | | S5 |
| Asset Management Decision Making | Capital Investment Decision-Making | E6 | | | | | | | | S6 |
| | Operational&Maintenance Decision Making | E7 | | | | | | | | S7 |
| | Lifecycle Value Realization | E8 | | | | | | | | S8 |
| | Resource Strategy | E9 | | | | | | | | S9 |
| | Shutdown & Outage Strategy | E10 | | | | | | | | S10 |
| Life cycle Delivery | Technical standart and Legislation | E11 | | | | | | | | S11 |
| | Asset creation and Acquisition | E12 | | | | | | | | S12 |
| | System Engineering | E13 | | | | | | | | S13 |
| | Configuration Management | E14 | | | | | | | | S14 |
| | Maintenance Delivery | E15 | | | | | | | | S15 |
| | Realibility Engineering | E16 | | | | | | | | S16 |
| | Asset Operations | E17 | | | | | | | | S17 |
| | Resources Management | E18 | | | | | | | | S18 |
| | Shutdown and Outage Management | E19 | | | | | | | | S19 |
| | Fault and Incident Response | E20 | | | | | | | | S20 |
| | Asset Decommissioning and Disposal | E21 | | | | | | | | S21 |
| Asset Information | Asset Information strategy | E22 | | | | | | | | S22 |
| | Asset Information standard | E23 | | | | | | | | S23 |
| | Asset Information system | E24 | | | | | | | | S24 |
| | Asset Information Management | E25 | | | | | | | | S25 |
| Organization and people | Procurement and Supply Chain Management | E26 | | | | | | | | S26 |
| | Asset Management Leadership | E27 | | | | | | | | S27 |
| | Organization Structure | E28 | | | | | | | | S28 |
| | Organization Culture | E29 | | | | | | | | S29 |
| | Competence Management | E30 | | | | | | | | S30 |
| Risk and Review | Risk Assessment and Management | E31 | | | | | | | | S31 |
| | Contingency Planning and Resilience Analysis | E32 | | | | | | | | S32 |
| | Sustainable Development | E33 | | | | | | | | S33 |
| | Management of Change | E34 | | | | | | | | S34 |
| | Asset Performance and Health Monitoring | E35 | | | | | | | | S35 |
| | Asset Management System Monitoring | E36 | | | | | | | | S36 |
| | Management Review, Audit, Assurance | E37 | | | | | | | | S37 |
| | Asset Costing and Valuation | E38 | | | | | | | | S38 |
| Occurance of Agent j | | | O1 | O2 | O3 | O4 | O5 | O6 | O7 | |
| Aggregate Risk Potential j | | | ARP1 | ARP2 | ARP3 | ARP4 | ARP5 | ARP6 | ARP7 | |
| Priority Rank of Agent j | | | | | | | | | | |

Gambar 3.2 Matrix Fase Pertama HoR (Pujawan,2009)

3.3.2 House of Risk 2

Selanjutnya yaitu identifikasi aksi mitigasi yang kemudian dipetakan pada model HOR fase 2 bersamaan dengan agen risiko terpilih sebagaimana disajikan pada Gambar 3.3. Pada fase kedua ini dihitung nilai total keefektifan aksi mitigasi (*TEk*), derajat kesulitan melakukan aksi mitigasi (*Dk*) dan total keefektifan derajat kesulitan melakukan aksi mitigasi (*ETDk*). Pemetaan aksi mitigasi ini dilakukan dengan tujuan untuk melihat pengaruh aksi mitigasi terhadap agen risiko. Dengan cara melakukan pemetaan opsi aksi mitigasi dengan agen risiko terpilih. Langkah pertama yang harus dilakukan yaitu mengukur nilai korelasi antara aksi mitigasi

dan agen risiko terpilih. Langkah kedua yaitu mengukur derajat kesulitan (Dk). Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk mengetahui derajat kesulitan dari penerapan aksi mitigasi. Langkah ketiga adalah mengukur total keefektifan (*total effectiveness*), dengan cara mengalikan nilai korelasi antara agen risiko (j) dengan aksi preventif (k). Perhitungan total keefektifan bertujuan untuk menilai keefektifan dari aksi mitigasi.

| To be treated risk agent (Aj) | Preventive Action (PAk) | | | | | Aggregate Risk Potentials (ARPj) |
|--|-------------------------|------|------|------|------|----------------------------------|
| | PA1 | PA2 | PA3 | PA4 | PA5 | |
| A1 | E11 | E12 | E13 | ... | ... | ARP1 |
| A2 | E21 | E22 | ... | ... | ... | ARP2 |
| A3 | E31 | ... | ... | ... | ... | ARP3 |
| A4 | ... | ... | ... | ... | ... | ARP4 |
| A5 | ... | ... | ... | ... | Ejk | ARP5 |
| Total efectiveness of action k | TE1 | TE2 | TE3 | TE4 | TE5 | |
| Degree of difficulty performing action k | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | |
| Effectiveness to difficulty ratio | ETD1 | ETD2 | ETD3 | ETD4 | ETD5 | |
| Rank of priority | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | |

Gambar 3.3 Matrix Fase Kedua HoR (Pujawan, 2009)

Menggunakan metode HoR ini akan didapatkan hasil akhir berupa ranking dari prioritas penanganan yang akan dipilih oleh manajemen untuk memitigasi risiko potensial yang ditimbulkan oleh agen risiko

BAB 4

PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pengolahan data menggunakan *House of Risk* fase 1 dan *House of Risk* fase 2. Semua kejadian risiko potensial dan agen risiko yang berkenaan dengan detail aktifitas pada proses bisnis berdasarkan tinjauan manajemen aset (ISO 55001:2014) di identifikasikan (Tabel 4.1).

4.1 Pengumpulan Data

Proses pengumpulan dan penetapan data hasil penelitian ini diperoleh melalui pengisian kuisioner dalam forum *Peer Group Discussion* (PGD) yang dihadiri perwakilan bidang *engineering* seluruh unit PT PJB sebagai bidang yang memiliki tanggung jawab terhadap perumusan dan pengkajian kebijakan aset unit pembangkitan, perwakilan bidang risiko korporat, bidang lingkungan dan keselamatan dan kesehatan kerja (LK3), bidang perencanaan operasi dan pemeliharaan korporat (ROP) sebagai bidang yang bertanggung jawab dalam penetapan kebijakan tata kelola operasi dan pemeliharaan aset pembangkit serta personil tim *Fire Engineer* yang ditunjuk oleh perusahaan melalui Surat Keputusan Direksi.

4.1.1 Profil Responden

Profil peserta PGD sebagai responden dalam tahap pengumpulan data ini adalah sebagai berikut:

1. Jumlah responden : 37 Orang
2. Bidang : Risiko korporat (2 Orang)
LK3 (2 orang)
ROP (3 orang)
Fire Engineer (10 orang)
Engineering unit pembangkit (20 orang)
3. Jabatan : Manajer (5 orang)
Supervisor dan setingkatnya (32 orang)
4. Pengalaman kerja : > 5 tahun

4.2 *House of Risk 1*

Identifikasi kejadian risiko potensial dilakukan melalui forum internal tim *Fire Engineer*. Setiap anggota tim menetapkan kondisi yang bisa salah dari setiap aktifitas proses bisnis untuk memperoleh *risk event* (Pujawan,2009). Berdasarkan standart ISO 55001:2014 yang dianut oleh PT PJB, proses bisnis perusahaan didetailkan dalam 39 elemen aktifitas (Tabel 4.1) dan agen risiko dalam perusahaan ditentukan pada setiap aktifitas proses bisnis ini menggunakan pertanyaan yang relevan. Hasil dari tahap awal identifikasi ini didapatkan 41 kejadian risiko dan 28 agen risiko (Tabel 4.2) dan kemudian melalui PGD dengan peserta yang lebih banyak, dengan beragam profil, diperoleh besaran nilai tingkat keparahan dan nilai tingkat kemungkinan kemunculannya beserta nilai korelasi antara kejadian risiko dengan agen risiko. Nilai tingkat keparahan serta nilai tingkat kemungkinan kemunculan menggunakan panduan yang telah ditetapkan oleh perusahaan melalui surat keputusan direksi tentang implementasi manajemen risiko. Pengisian nilai korelasi antara kejadian risiko dan agen risiko menggunakan aturan nilai 0 (tidak berkorelasi), 1 (berkorelasi namun dalam tingkat rendah), 3 (berkorelasi dengan tingkatan medium) dan 9 (sangat berkorelasi).

Perhitungan *Aggregat Risk Potential* (ARP) sebagai tahapan selanjutnya dilakukan menggunakan ketiga data tersebut diatas. Nilai ARP diperoleh dengan mengalikan nilai keparahan risiko, kemungkinan kejadian risiko, dan nilai korelasi antara agen risiko dan kejadian risiko. Hasil pengisian form dari 37 responden PGD dilakukan rekapitulasi dengan ditentukan nilai modus untuk setiap nilai korelasinya. Nilai ARP hasil perhitungan kemudian diurutkan dan berdasarkan analisa pareto ditetapkan 17 agen risiko yang menggambarkan 80% total jumlah nilai ARP yang berkontribusi memunculkan risiko potensial.

Tabel 4.1 Proses Bisnis dan Aktifitas Berdasarkan ISO 55001:2014

| <i>Business Process</i> | <i>Activities</i> |
|---|--|
| <i>Strategy and planning</i> | <i>AM Policy</i> |
| | <i>AM Strategy and Objectives</i> |
| | <i>Demand Analysis</i> |
| | <i>Strategic Planning</i> |
| | <i>Asset Management Planning</i> |
| <i>Asset Management Decision Making</i> | <i>Capital Investment Decision-Making</i> |
| | <i>Operational&Maintenance Decision Making</i> |
| | <i>Lifecycle Value Realization</i> |
| <i>Life cycle Delivery</i> | <i>Technical Standart and Legislation</i> |
| | <i>Asset creation and acquisition</i> |
| | <i>System Engineering</i> |
| | <i>Configuration Management</i> |
| | <i>Maintenance Delivery</i> |
| | <i>Realibility Engineering</i> |
| | <i>Asset Operations</i> |
| | <i>Resources Management</i> |
| | <i>Shutdown and Outage Management</i> |
| | <i>Fault and Incident Response</i> |
| <i>Asset Information</i> | <i>Asset information Strategy</i> |
| | <i>Asset Information standard</i> |
| | <i>Asset Information system</i> |
| | <i>Asset Information Management</i> |
| <i>Organization and people</i> | <i>Procurement and Supply Chain Management</i> |
| | <i>Asset Management Leadership</i> |
| | <i>Organization Structure</i> |
| | <i>Organization Culture</i> |
| | <i>Competence Management</i> |
| <i>Risk and Review</i> | <i>Risk Assessment and Management</i> |
| | <i>Management of Change</i> |
| | <i>Asset Performance and Health Monitoring</i> |
| | <i>Stake holder engagement</i> |

Tabel 4.2 Tingkat Keparahan Sesuai SK Dir PT PJB No.128 (2014)

| NO | KATEGORI / PARAMETER RISIKO | TIDAK SIGNIFIKAN | MINOR | MEDIUM | SIGNIFIKAN | MALAPETAKA |
|----|--|--|---|---|--|--|
| | Rating | 0,05 | 0,10 | 0,20 | 0,40 | 0,80 |
| | KRITERIA UMUM | Dampak risiko dapat diterima, atau termitigasi dengan aktifitas rutin. | Dampak risiko dapat diterima, atau dapat dikelola dengan effort minimal. | Dampak risiko berpotensi menurunkan sasaran perusahaan. Diperlukan penanganan/mitigasi. | Dampak risiko berpotensi menghambat sasaran perusahaan. Wajib dilakukan penanganan khusus untuk memitigasinya. | Dampak risiko berpotensi menggagalkan sasaran perusahaan. Wajib dilakukan penanganan khusus. |
| 1 | KEPEMIMPINAN : a. SDM | Keluhan pegawai secara individu | Ketidakpuasan sekelompok pegawai | Protes pegawai yang melibatkan Serikat Pekerja. | Demo pegawai dengan pemogokan terbatas | Terjadi mogok kerja dalam skala luas |
| | b. Insiden | Insiden memerlukan penanganan oleh atasan langsung. | Insiden memerlukan penanganan oleh pihak manajemen (internal) | Insiden memerlukan penyelidikan oleh pihak independen (eksternal) | Insiden membutuhkan penjelasan ke pihak berwajib/ Pemerintah | Insiden menimbulkan permasalahan/ tuntutan hukum. |
| | c. Citra / Reputasi | Dampak tidak berarti, tidak menimbulkan gangguan operasional permanen. | Dampak minimum berupa komplain atau ketidakpuasan, tidak mengganggu operasional | Komplain, ketidakpuasan, demonstrasi dan sorotan media memicu tanggapan | Sorotan media yang luas di daerah, memicu tanggapan pemerintah, operasional bisnis | Sorotan secara nasional, dibutuhkan kebijakan khusus pemerintah, ancaman terhadap bisnis |

Tabel 4.2 Tingkat Keparahan Sesuai SK Dir PT PJB No.128 (2014) (Lanjutan)

| NO | KATEGORI / PARAMETER RISIKO | TIDAK SIGNIFIKAN | MINOR | MEDIUM | SIGNIFIKAN | MALAPETAKA |
|----|---|---|--|---|--|--|
| | Rating | 0,05 | 0,10 | 0,20 | 0,40 | 0,80 |
| | | | bisnis. | stakeholder, operasional bisnis terganggu. | terhenti beberapa saat, diperlukan penanganan segera. | jangka panjang. |
| | d. Kepatuhan | Pelanggaran hukum dengan pengaduan resmi, memerlukan pembetulan standar. | Pelanggaran hukum yang mengakibatkan tuntutan, kegagalan memenuhi audit standar. | Pelanggaran hukum yang mengakibatkan tuntutan, kehilangan sertifikat standar internasional. | Pelanggaran hukum yang mengakibatkan tuntutan, kehilangan beberapa sertifikat standar internasional. | Pelanggaran hukum yang mengakibatkan pidana dan kehilangan ijin operasi. |
| | d. Fraud (Kecurangan) | TIDAK DITOLELIR | | | | |
| 2 | PROSES BISNIS INTERNAL : a. K-3 / Critical Asset | Kerusakan critical asset hanya membutuhkan perbaikan minor, atau beberapa hari. | Kerusakan critical asset membutuhkan perbaikan hingga 1 bulan | Kerusakan critical asset membutuhkan perbaikan hingga 3 bulan | Kerusakan critical asset membutuhkan perbaikan 3-6 bulan | Kerusakan critical asset membutuhkan perbaikan > 6 bulan, atau penggantian |
| | b. K-3 / Keselamatan Aset | Kerusakan aset dapat diperbaiki dengan FLM dan PM. | Kerusakan aset ringan. | Kerusakan aset sedang, | Aset rusak berat (perlu perbaikan) | Aset rusak berat (tidak dapat digunakan lagi). |

Tabel 4.2 Tingkat Keparahan Sesuai SK Dir PT PJB No.128 (2014) (Lanjutan)

| NO | KATEGORI / PARAMETER RISIKO | TIDAK SIGNIFIKAN | MINOR | MEDIUM | SIGNIFIKAN | MALAPETAKA |
|----|----------------------------------|--|--|---|---|--|
| | Rating | 0,05 | 0,10 | 0,20 | 0,40 | 0,80 |
| | c. K-3 / Keselamatan Jiwa | Tidak ada korban jiwa. | Korban luka ringan (rawat jalan) | Korban luka sedang (rawat inap). | Korban luka berat atau cacat permanen. | Korban jiwa. |
| | d. Lingkungan | Tidak ada teguran dari KLH | Teguran dari KLH | Peringatan keras dari KLH | Denda / pembatasan operasional dari KLH | Penutupan lokasi, atau pemidanaan oleh KLH |
| | | Terjadi pencemaran lingkungan namun masih dalam ambang batas KLH dan dampak terhadap lingkungan dapat diatasi segera | Terjadi pencemaran lingkungan namun masih dalam ambang batas KLH dan dampak terhadap lingkungan dapat diatasi < 1 bulan | Terjadi pencemaran lingkungan di luar ambang batas KLH dan dampak terhadap lingkungan dapat diatasi (>1 bulan) | Terjadi pencemaran lingkungan di luar ambang batas KLH dan dampak terhadap lingkungan bersifat permanen, tdk dapat diatasi segera | Terjadi pencemaran lingkungan di luar ambang batas KLH dan dampak lingkungan bersifat permanen, tidak dapat diatasi |
| | e. Kelangsungan Usaha | Kegiatan perusahaan terganggu, tidak memberikan dampak terhadap keamanan, keandalan, efisien dan operasi. Dampak tidak dirasakan | Kegiatan perusahaan terganggu, tidak signifikan memberikan dampak terhadap keamanan, keandalan, efisien dan operasi Dampak | Kegiatan perusahaan terganggu memberikan dampak terhadap keamanan, keandalan, efisien dan operasi. Dampak dirasakan | Kegiatan perusahaan terganggu memberikan dampak terhadap keamanan, keandalan, efisien dan operasi. Dampak dirasakan | Kegiatan perusahaan terganggu memberikan dampak terhadap keamanan, keandalan, efisien dan operasi. Dampak dirasakan pada |

Tabel 4.2 Tingkat Keparahannya Sesuai SK Dir PT PJB No.128 (2014) (Lanjutan)

| NO | KATEGORI / PARAMETER RISIKO | TIDAK SIGNIFIKAN | MINOR | MEDIUM | SIGNIFIKAN | MALAPETAKA |
|----|---------------------------------------|--|--|---|---|--|
| | Rating | 0,05 | 0,10 | 0,20 | 0,40 | 0,80 |
| | | secara lokal maupun keseluruhan sistem. | dirasakan secara lokal (pada alat tersebut saja). | pada satu entitas Unit Pembangkit. | pada Unit Kerja/ Pembangkit PJB. | keseluruhan sistem PJB. |
| | f. Teknologi | Penanganan kerusakan melalui mekanisme repair workshop local | Penanganan kerusakan melalui mekanisme repair vendor | Penanganan kerusakan melalui mekanisme refurbishment/ re-manufacture | Penanganan kerusakan melalui mekanisme reverse engineering | Penanganan kerusakan melalui mekanisme vendor OEM |
| | g. Tuntutan Hukum Pihak Ketiga | Penyelesaian Tuntutan dilakukan melalui musyawarah. | Penyelesaian Tuntutan dilakukan melalui musyawarah, dengan peran mediator. | Penyelesaian Tuntutan dilakukan melalui alternatif penyelesaian sengketa. | Penyelesaian Tuntutan dilakukan melalui proses peradilan, mulai dari Pengadilan Negeri, Banding Pengadilan Tinggi, dan Kasasi Mahkamah Agung RI | Penyelesaian Tuntutan dilakukan melalui proses Peninjauan Kembali Mahkamah Agung RI. |
| | h. Pencapaian Kinerja | Deviasi thdp target : < 5% | Deviasi thdp target : 5% - 10% | Deviasi thdp target : 10% - 30% | Deviasi thdp target : 30% - 50% | Deviasi thdp target : >50% |

Tabel 4.2 Tingkat Keparahan Sesuai SK Dir PT PJB No.128 (2014) (Lanjutan)

| NO | KATEGORI / PARAMETER RISIKO | TIDAK SIGNIFIKAN | MINOR | MEDIUM | SIGNIFIKAN | MALAPETAKA |
|----|--|--|--|---|--|---|
| | Rating | 0,05 | 0,10 | 0,20 | 0,40 | 0,80 |
| 3 | PRODUK & LAYANAN : Supply Tenaga Listrik | Down time sampai dengan 3 jam | Down time: 3 jam sampai dengan 12 jam. | Down time: 12 jam sampai dengan 1 hari. | Down time: 1 hari sampai dengan 1 minggu. | Down time > 1 minggu. |
| 4 | KEUANGAN & PASAR : Kerugian atau Opportunity Loss | < Rp 500 juta | Rp 500 juta s.d Rp 50 milyar. | Rp 50 milyar s.d Rp 500 milyar. | Rp 500 milyar s.d Rp 5 trilyun. | > Rp 5 trilyun |
| 5 | PERTUMBUHAN & PEMBELAJARAN | | | | | |
| | a. Penguasaan Knowledge | | Sudah ada dokumen atau catatan mengenai knowledge yang hilang dan ada metode alternatif. | Sudah ada dokumen atau catatan mengenai knowledge yang hilang dan ada beberapa metode alternatif. | Sudah ada dokumen atau catatan mengenai knowledge yang hilang dan tidak ada metode alternatif. | elum ada dokumen atau catatan mengenai knowledge yang hilang dan tidak ada metode alternatif. |
| | b. Kapasitas & kapabilitas SDM | Ada beberapa pngganti atau kader dan baru siap untuk mengembalikan kapasitas dan kapabilitas SDM yang hilang dalam kurun waktu < | Ada pengganti atau kader dan baru siap untuk mengembalikan kapasitas dan kapabilitas | Tidak ada pengganti atau kader dan baru siap untuk mengembalikan kapasitas dan kapabilitas | Tidak ada pengganti atau kader dan baru siap untuk mengembalikan kapasitas dan kapabilitas | Tidak ada pengganti atau kader dan baru siap untuk mengembalikan kapasitas dan kapabilitas |

Tabel 4.2 Tingkat Keparahan Sesuai SK Dir PT PJB No.128 (2014 (Lanjutan)

| NO | KATEGORI / PARAMETER RISIKO | TIDAK SIGNIFIKAN | MINOR | MEDIUM | SIGNIFIKAN | MALAPETAKA |
|----|-----------------------------|--|--|--|---|--|
| | Rating | 0,05 | 0,10 | 0,20 | 0,40 | 0,80 |
| | c. Teknologi Informasi | 1 bulan. | SDM yang hilang dalam kurun waktu 1 bulan s.d 6 bulan. | SDM yang hilang dalam kurun waktu 6 bulan s.d 1 tahun. | SDM yang hilang dalam kurun waktu 1 tahun s.d 2 tahun. | SDM yang hilang dalam kurun waktu >2 tahun. |
| | | Kerusakan komputer client (karena virus, spam, malware, dll) | Kerusakan LAN Unit/ Kantor Pusat. | Kerusakan infrastruktur WAN PJB. | Kerusakan database/ aplikasi/ server. | Data centre PJB di Kantor Pusat tidak berfungsi total (karena banjir, kebakaran, dll). |
| 6 | MANAJEMEN PROYEK | | | | | |
| | a. Biaya | Kenaikan biaya tidak signifikan. | Kenaikan biaya < 10% | Kenaikan biaya: 10-20% | Kenaikan biaya: 10-20% | Kenaikan biaya: 10-20% |
| | b. Waktu | Pertambahan waktu tidak signifikan. | Pertambahan waktu: <5% | Pertambahan waktu: 5-10% | Pertambahan waktu: 10-20% | Pertambahan waktu > 20% |
| | C. Scope | Penurunan <i>scope</i> hampir tidak terlihat. | Penurunan <i>scope</i> berdampak kecil. | Penurunan <i>scope</i> berdampak besar. | Penurunan <i>scope</i> tdk dapat diterima pihak sponsor | Kerugian di akhir proyek. |
| | | d. Kualitas | Penurunan kualitas hampir tidak terlihat. | Penurunan kualitas berdampak pada aplikasi tertentu. | Penurunan kualitas membutuhkan persetujuan pihak sponsor. | Penurunan <i>scope</i> kualitas tdk dapat diterima pihak sponsor |

Tabel 4.3 Kejadian Risiko Teridentifikasi Dari Proses Bisnis

| Business Process | Activities | Risk Event | Risk Event | Severity |
|---|------------------------------------|-------------------|--|-----------------|
| Strategy and planning | AM Policy | E ₁ | Kebijakan manajemen aset tidak bisa menggambarkan kebutuhan perusahaan | 0.4 |
| | | E ₂ | Kebijakan manajemen aset tidak selaras dengan visi misi holding | 0.4 |
| | AM Strategy and Objectives | E ₃ | Tujuan manajemen aset tidak jelas | 0.4 |
| | | E ₄ | Fokus organisasi tidak jelas antara Cost,Risk atau Performance | 0.4 |
| | Demand Analysis | E ₅ | Perencanaan strategis kurang adaptif | 0.4 |
| | | E ₆ | Perencanaan manajemen aset tidak tersedia | 0.8 |
| | Strategic Planning | E ₇ | Perencanaan investasi aset tidak tepat sasaran | 0.4 |
| | | E ₈ | Perencanaan strategis tidak fokus pada pencapaian visi misi | 0.4 |
| | Asset Management Planning | E ₉ | Perencanaan program kerja tidak terstruktur | 0.4 |
| | | E ₁₀ | RKAP tidak menjawab profil risiko unit | 0.4 |
| Asset Management Decision Making | Capital Investment Decision-Making | E ₁₁ | Program Investasi tidak menyelesaikan permasalahan | 0.4 |

Tabel 4.3 Kejadian Risiko Teridentifikasi Dari Proses Bisnis (Lanjutan)

| Business Process | Activities | Risk Event | Risk Event | Severity |
|----------------------------|---|-------------------|--|-----------------|
| | | E ₁₂ | Usulan program kerja investasi tidak ditindaklanjuti | 0.4 |
| | Operational&Maintenance Decision Making | E ₁₃ | Kebijakan manajemen pemeliharaan tidak tepat | 0.4 |
| | Lifecycle Value Realization | E ₁₄ | Kerusakan berulang pada FPS | 0.4 |
| Life cycle Delivery | Technical Standart and Legislation | E ₁₅ | FPS tidak standart | 0.4 |
| | Asset creation and acquisition | E ₁₆ | Performance FPS belum terbukti | 0.4 |
| | System Engineering | E ₁₇ | Prasarana Fire Protection system tidak standby | 0.8 |
| | | E ₁₈ | Prasarana Fire Protection system tidak tersedia | 0.8 |
| | Configuration Management | E ₁₉ | Fire Alarm tidak terpantau | 0.2 |
| | | E ₂₀ | Fire alarm system abnormal | 0.2 |
| | Maintenance Delivery | E ₂₁ | Output aktivitas pemeliharaan tidak tepat sasaran | 0.4 |
| | Realibility Engineering | E ₂₂ | Kehandalan peralatan fire protection rendah | 0.4 |

Tabel 4.3 Kejadian Risiko Teridentifikasi Dari Proses Bisnis (Lanjutan)

| Business Process | Activities | Risk Event | Risk Event | Severity |
|--------------------------------|---|-------------------|--|-----------------|
| | Asset Operations | E ₂₃ | kebakaran tidak cepat tertangani | 0.8 |
| | Resources Management | E ₂₄ | Pemadaman tidak bisa mencakup durasi kebakaran 2 jam | 0.8 |
| | | E ₂₅ | Debu batubara tidak terkendali | 0.4 |
| | Shutdown and Outage Management | E ₂₆ | Insiden kebakaran tidak tertangani selama alat proteksi kebakaran tidak siap | 0.8 |
| | Fault and Incident Response | E ₂₇ | Penanganan insiden terlambat | 0.4 |
| Asset Information | Asset information Strategy | E ₂₈ | Tidak adanya pemetaan kondisi FPS | 0.4 |
| | Asset Information standard | E ₂₉ | Pemilihan tipe FPS tidak tepat | 0.4 |
| | | E ₃₀ | Pemilihan tipe FDS tidak tepat | 0.4 |
| | Asset Information system | E ₃₁ | FPS tidak terpelihara | 0.4 |
| | Asset Information Management | E ₃₂ | Histori pemeliharaan FPS tidak ada | 0.4 |
| Organization and people | Procurement and Supply Chain Management | E ₃₃ | Spesifikasi peralatan tidak sesuai | 0.4 |

Tabel 4.3 Kejadian Risiko Teridentifikasi Dari Proses Bisnis (Lanjutan)

| Business Process | Activities | Risk Event | Risk Event | Severity |
|-------------------------|---|-------------------|--|-----------------|
| | Asset Management Leadership | E ₃₄ | Tidak adanya bidang PIC aset FPS | 0.4 |
| | Organization Structure | E ₃₅ | Tidak adanya AHJ | 0.4 |
| | Organization Culture | E ₃₆ | Kebakaran karena rokok | 0.8 |
| | Competence Management | E ₃₇ | Kecelakaan kerja karena pekerjaan panas | 0.8 |
| Risk and Review | Risk Assessment and Management | E ₃₈ | Antisipasi titik kebakaran tidak tepat | 0.4 |
| | Management of Change | E ₃₉ | Peralatan Fire Alarm Obsolete | 0.4 |
| | Asset Performance and Health Monitoring | E ₄₀ | Asset wellness tidak mencerminkan kondisi aktual | 0.4 |
| | Stake holder engagement | E ₄₁ | Pelanggaran regulasi ketenagalistrikan | 0.2 |

Note :

E = Risk Event

Tabel 4.4 Tingkat Kemungkinan Kemunculan

Sesuai SK Dir PT PJB No.128 (2014)

| Parameter Risiko | | Rating | Probabilitas | Deskripsi Kualitatif | Insiden Sebelumnya |
|-------------------------|--------------|--------|--------------|--|---|
| Tingkat/ Kemungkinan | | | | | |
| E | Sangat Besar | 0,90 | >90% | Hampir dapat dipastikan akan terjadi | Terjadi > 12 kali dalam rentang waktu 1 tahun |
| D | Besar | 0,70 | 70% - 90% | Kemungkinan besar akan terjadi | Terjadi 2 sampai dan 12 kali dalam rentang waktu 1 tahun |
| C | Sedang | 0,50 | >30% - <70% | Kemungkinan sama antara akan terjadi dan tdk terjadi | Terjadi 1 kali dalam rentang waktu 1 tahun terakhir |
| B | Kecil | 0,30 | 10% - 30% | Kemungkinan kecil akan terjadi | Tdk pernah terjadi dalam rentang waktu antara 2 dan 4 tahun |
| A | Sangat Kecil | 0,10 | <10% | Hampir dapat dipastikan tdk akan terjadi. | Tdk pernah terjadi dalam rentang waktu 5 tahun |

Tabel 4.5 Agen Risiko dan Tingkat Kemunculan

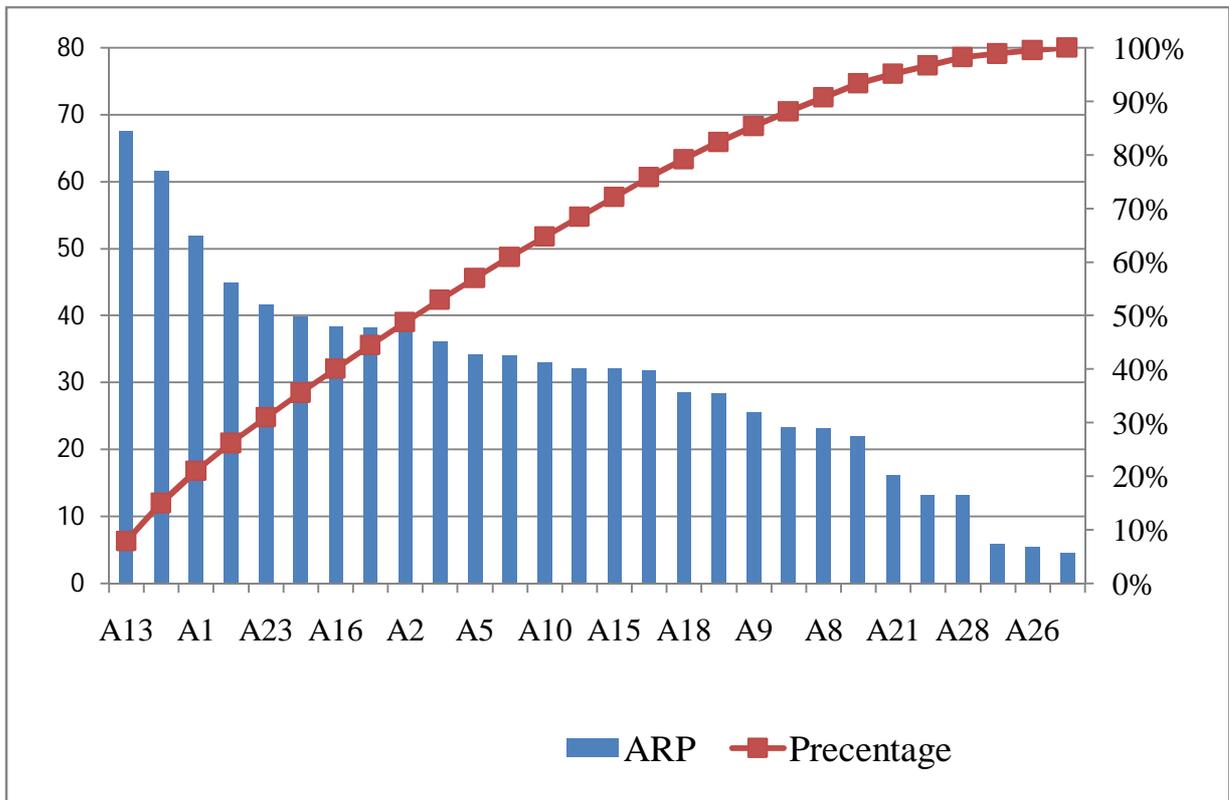
| Kode | Agen Risiko | Occurance |
|-----------------|--|-----------|
| A ₁ | <i>Asset owner</i> tidak memiliki kebijakan aset manajemen | 0.7 |
| A ₂ | Analisa SWOT tidak akurat | 0.7 |
| A ₃ | <i>Asset owner</i> tidak memiliki RJPP | 0.7 |
| A ₄ | <i>Asset owner</i> tidak memiliki proyeksi pertumbuhan listrik | 0.3 |
| A ₅ | Keterbatasan data historis aset | 0.7 |
| A ₆ | Fokus permasalahan jangka pendek | 0.7 |
| A ₇ | <i>Asset owner</i> tidak memiliki RKAP | 0.5 |
| A ₈ | Tata cara penyusunan RKAP kurang tepat | 0.5 |
| A ₉ | Pemilihan alternatif program kerja tidak tepat | 0.7 |
| A ₁₀ | Dokumen Manajemen Risiko (KKO,KKF,AR) tidak dibuat | 0.7 |
| A ₁₁ | Keterbatasan informasi proyeksi kebutuhan | 0.5 |
| A ₁₂ | Tidak ada perencanaan pemeliharaan <i>Fire Protection System</i> | 0.7 |
| A ₁₃ | Tidak terdapat panduan standar <i>Fire Protection System</i> | 0.7 |
| A ₁₄ | Belum serah terima aset <i>Fire Protection System</i> | 0.7 |
| A ₁₅ | <i>Fire alarm system</i> tidak terintegrasi DCS | 0.5 |
| A ₁₆ | <i>Fire pump</i> tidak dalam posisi auto | 0.7 |
| A ₁₇ | <i>Fire protection system mode manual activated</i> | 0.7 |
| A ₁₈ | Kapasitas sumber air terbatas | 0.7 |
| A ₁₉ | Peralatan <i>dust control</i> tidak tersedia | 0.7 |
| A ₂₀ | Tidak ada impairment strategy | 0.7 |
| A ₂₁ | Tidak ada <i>Emergency Respond Plan</i> | 0.7 |
| A ₂₂ | Aset FPS tidak teregister di CMMS | 0.7 |
| A ₂₃ | Tidak ada kebijakan manajemen unit | 0.5 |
| A ₂₄ | Pemahaman proses bisnis pembangkit kurang | 0.5 |
| A ₂₅ | Tidak ada pelarangan merokok di unit | 0.5 |
| A ₂₆ | Tidak ada <i>hot work permit</i> | 0.7 |
| A ₂₇ | Belum dilaksanakan <i>Fire Risk Assesment</i> | 0.5 |
| A ₂₈ | Aset <i>Fire Protection System</i> terpisah dari peralatan yang dilindungi | 0.5 |

Tabel 4.6 House of Risk 1

| Business Process | Activities | Risk Event | Risk Agent | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Si | |
|----------------------------------|------------------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|-----|
| | | | A ₁ | A ₂ | A ₃ | A ₄ | A ₅ | A ₆ | A ₇ | A ₈ | A ₉ | A ₁₀ | A ₁₁ | A ₁₂ | A ₁₃ | A ₁₄ | A ₁₅ | A ₁₆ | A ₁₇ | A ₁₈ | A ₁₉ | A ₂₀ | A ₂₁ | A ₂₂ | A ₂₃ | A ₂₄ | A ₂₅ | A ₂₆ | A ₂₇ | A ₂₈ | | |
| Strategy and planning | AM Policy | E ₁ | 9 | 9 | 9 | 3 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 9 | | 3 | | | | | | | 1 | | | 9 | 3 | | | 3 | | 0.4 | |
| | | E ₂ | 9 | 3 | 9 | 3 | 1 | 3 | 9 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | | | | | | | | | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | | 1 | | 0.4 |
| | AM Strategy and Objectives | E ₃ | 9 | 9 | 9 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | 3 | | | | | | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | | | 3 | | 0.4 | |
| | | E ₄ | 9 | 3 | 9 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | | | | | 1 | 1 | 3 | 3 | | | | 3 | | 0.4 | |
| | Demand Analysis | E ₅ | 3 | 3 | 9 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | 3 | 3 | 3 | | | | 3 | | 1 | 3 | 3 | | | 3 | | 0.4 | |
| | | E ₆ | 9 | 3 | 9 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | 3 | 3 | 0.8 | |
| | Strategic Planning | E ₇ | 3 | 3 | 9 | 3 | 3 | 3 | 9 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | 1 | | | | | | 3 | | 1 | 3 | 3 | | | 3 | 1 | 0.4 | |
| | | E ₈ | 3 | 3 | 9 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | | | | | | | | 1 | 3 | 3 | | | 1 | 1 | 0.4 | |
| | Asset Management Planning | E ₉ | 9 | 3 | 9 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | | | | | | | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | | | 1 | | 0.4 | |
| | | E ₁₀ | 9 | 3 | 9 | 1 | 3 | 3 | 9 | 9 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | | | | | | 3 | 1 | | | | 1 | 1 | 0.4 | |
| Asset Management Decision Making | Capital Investment Decision-Making | E ₁₁ | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | 3 | 1 | | | | | | | 1 | | 3 | 3 | | | | | 0.4 | |
| | | E ₁₂ | 9 | 3 | 9 | 9 | 1 | 3 | 9 | 3 | 3 | 9 | 3 | | | 3 | | | | | | | | | 3 | 3 | | | | 1 | 0.4 | |
| | Operational&Maintenance | E ₁₃ | 9 | 3 | 3 | 3 | 9 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | 3 | 3 | 0.4 | |
| Life cycle Delivery | Lifecycle Value Realization | E ₁₄ | 9 | 3 | 3 | | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | | 1 | 9 | 9 | 9 | 1 | 9 | 9 | | 1 | 1 | 1 | 9 | 1 | 1 | | | 9 | 1 | 0.4 | |
| | Technical Standart and | E ₁₅ | 9 | 3 | | | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | | | | 1 | 3 | 1 | | | | 9 | 9 | 0.4 | |
| | Asset creation and acquisition | E ₁₆ | | 1 | | | 1 | 3 | | | | | 3 | 9 | 9 | 3 | 3 | 1 | 3 | 9 | | | 1 | | 3 | | | | 3 | | 0.4 | |
| | | E ₁₇ | 1 | 3 | | | 1 | 3 | 1 | | | 3 | 3 | 1 | 9 | 9 | 3 | 9 | 9 | 9 | 9 | | 1 | | 3 | 3 | 1 | | | 9 | | 0.8 |
| | System Engineering | E ₁₈ | 3 | | 1 | | 3 | 3 | 9 | 3 | 1 | 3 | 3 | 9 | 9 | 3 | 9 | 1 | 1 | 1 | | 3 | | 3 | 3 | 3 | | | 3 | | 0.8 | |
| | | E ₁₉ | 1 | 3 | 1 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 1 | | 3 | | 9 | 3 | 3 | | 3 | 3 | 0.2 | |
| | Configuration Management | E ₂₀ | 1 | 3 | 1 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 9 | 9 | 3 | 3 | 9 | 3 | 1 | | 3 | | 1 | 3 | 1 | | | 3 | | 0.2 | |
| | | E ₂₁ | 3 | 3 | 1 | | 3 | 3 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 9 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | | | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | | | 3 | 1 | 0.4 | |
| | Maintenance Delivery | E ₂₂ | 3 | 3 | 1 | | 3 | 3 | 9 | 3 | 3 | 3 | 3 | 9 | 9 | 3 | 3 | 9 | 9 | 3 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | | | 3 | 3 | 0.4 | |
| | Realibility Engineering | E ₂₃ | 3 | 3 | 1 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 9 | 9 | 3 | 9 | 9 | 9 | 9 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | | | 3 | 3 | 0.8 | |
| | | E ₂₄ | | 3 | | | 3 | 3 | 3 | | 1 | 1 | 3 | 9 | 9 | 3 | 3 | 9 | 9 | 9 | | 3 | 3 | | 1 | 1 | | | 3 | 1 | 0.8 | |
| | Resources Management | E ₂₅ | | 3 | 1 | | 3 | 3 | 3 | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | 3 | 3 | 9 | 3 | | 3 | 3 | | | | 3 | | 0.4 | |
| | | E ₂₆ | 3 | 3 | 1 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 9 | 1 | 9 | 9 | 3 | 9 | 9 | 9 | 9 | | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | | | 3 | | 0.8 | |
| | Fault and Incident Response | E ₂₇ | 3 | 3 | 3 | | 3 | 3 | 3 | | | 1 | 3 | 9 | 3 | 3 | 3 | 9 | 9 | 3 | | 3 | 9 | 1 | 3 | 1 | | | 3 | | 0.4 | |
| Asset Information | Asset information Strategy | E ₂₈ | 1 | 3 | | | 3 | 3 | | 1 | 1 | | 1 | 9 | 9 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | | | 9 | 3 | 0.4 | |
| | Asset Information standard | E ₂₉ | 3 | 3 | 1 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | 9 | | | 3 | | | | 1 | 3 | 3 | | | | 9 | | 0.4 | |
| | | E ₃₀ | 3 | 3 | 1 | | 3 | 1 | | 3 | 3 | 3 | 3 | | | 9 | 1 | | | | | | 1 | 3 | 3 | | | | 3 | | 0.4 | |
| | Asset Information system | E ₃₁ | 3 | 3 | 1 | | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | | 9 | 9 | 9 | | 3 | | | | 1 | | 1 | 3 | 3 | | | 3 | 3 | 0.4 | |
| | Asset Information | E ₃₂ | 3 | 1 | 1 | | 9 | 1 | | | | 3 | 3 | | 9 | 9 | 3 | 3 | 3 | | | | 1 | 3 | 3 | | | | 3 | 3 | 0.4 | |
| Organization and people | Procurement and Supply Chain | E ₃₃ | 3 | 3 | 1 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 9 | | | 1 | 1 | | | | | 3 | 3 | 3 | | | | 3 | | 0.4 | |
| | Asset Management Leadership | E ₃₄ | 3 | 3 | | 1 | 1 | 3 | | | | | 3 | 9 | 9 | | | | | | | | 3 | 3 | 3 | | | | 3 | | 0.4 | |
| | Organization Structure | E ₃₅ | 3 | 3 | | | | 3 | | | | | 3 | | | | | | | | | | 1 | | 3 | 1 | | | | 3 | | 0.4 |
| | Organization Culture | E ₃₆ | | 1 | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | 9 | 1 | | | | 1 | | 0.8 | |
| | Competence Management | E ₃₇ | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 9 | 3 | | | 9 | 3 | 0.8 | |
| Risk and Review | Risk Assessment and | E ₃₈ | 3 | 3 | | | 3 | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | | | 3 | | 0.4 | |
| | Management of Change | E ₃₉ | | 1 | 3 | | 3 | 3 | | | 3 | 3 | | 3 | 9 | | | | | | | | 3 | 1 | 3 | | | | 3 | | 0.4 | |
| | Asset Performance and Health | E ₄₀ | 3 | 3 | 3 | | 3 | 1 | | | 1 | 3 | 3 | | 3 | | | | | | | 1 | | 3 | 1 | 1 | | | 3 | 1 | 0.4 | |
| | Stake holder engagement | E ₄₁ | 3 | 3 | 3 | | 3 | 1 | 3 | | | 1 | | 3 | | | | | | | | | 3 | 3 | 1 | 3 | 9 | | 3 | 3 | 1 | 0.2 |
| | | | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.3 | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | | | |
| Kode ARP | | | ARP1 | ARP2 | ARP3 | ARP4 | ARP5 | ARP6 | ARP7 | ARP8 | ARP9 | ARP10 | ARP11 | ARP12 | ARP13 | ARP14 | ARP15 | ARP16 | ARP17 | ARP18 | ARP19 | ARP20 | ARP21 | ARP22 | ARP23 | ARP24 | ARP25 | ARP26 | ARP27 | ARP28 | | |
| Aggregate risk potential | | | 51.94 | 37.66 | 39.9 | 13.16 | 34.3 | 34.02 | 38.22 | 23.24 | 25.62 | 33.04 | 28.42 | 61.6 | 67.62 | 32.2 | 32.2 | 38.36 | 36.12 | 28.56 | 4.48 | 21.98 | 16.1 | 23.38 | 41.58 | 31.78 | 5.88 | 5.46 | 44.94 | 13.16 | | |
| Priority rank of agent | | | 3 | 9 | 6 | 24 | 11 | 12 | 8 | 21 | 19 | 13 | 18 | 2 | 1 | 14 | 15 | 7 | 10 | 17 | 28 | 22 | 23 | 20 | 5 | 16 | 26 | 27 | 4 | 25 | | |

Note:

= Tidak ada korelasi



Gambar 4.1 Diagram Pareto Agen risiko

Gambar 4.1 menyajikan perbandingan agen risiko yang memberikan dampak besar terhadap kejadian risiko dan agen risiko yang kurang berdampak. Dari analisa pareto didapatkan 17 agen risiko terpilih yang kemudian melalui forum PGD berikutnya ditetapkan mitigasi risikonya. Adapun agen risiko terpilih dengan urutan prioritas nya disajikan pada tabel 4.7 di bawah ini.

Tabel 4.7 Agen Risiko Terpilih

| <i>Ranking</i> | <i>Risk Agent</i> | <i>Kode Risk Agent</i> | <i>ARP</i> | <i>Com ARP</i> | <i>Precentage</i> |
|----------------|--|------------------------|------------|----------------|-------------------|
| 1 | Tidak terdapat panduan standar <i>Fire Protection System</i> | A13 | 67.62 | 67.62 | 7.82% |
| 2 | Tidak ada perencanaan pemeliharaan <i>Fire Protection System</i> | A12 | 61.6 | 129.22 | 14.94% |
| 3 | Asset owner tidak memiliki kebijakan aset manajemen | A1 | 51.94 | 181.16 | 20.95% |

| Ranking | Risk Agent | Kode Risk Agent | ARP | Com ARP | Precent age |
|----------------|---|------------------------|------------|----------------|--------------------|
| 4 | Belum dilaksanakan <i>Fire Risk Assesment</i> | A27 | 44.94 | 226.10 | 26.14% |
| 5 | Tidak ada kebijakan manajemen unit | A23 | 41.58 | 267.68 | 30.95% |
| 6 | <i>Asset owner</i> tidak memiliki RJPP | A3 | 39.9 | 307.58 | 35.56% |
| 7 | <i>Fire pump</i> tidak dalam posisi auto | A16 | 38.36 | 345.94 | 40.00% |
| 8 | <i>Asset owner</i> tidak memiliki RKAP | A7 | 38.22 | 384.16 | 44.42% |
| 9 | Analisa SWOT tidak akurat | A2 | 37.66 | 421.82 | 48.77% |
| 10 | <i>Fire protection system mode manual activated</i> | A17 | 36.12 | 457.94 | 52.95% |
| 11 | Keterbatasan data historis aset | A5 | 34.3 | 492.24 | 56.91% |
| 12 | Fokus permasalahan jangka pendek | A6 | 34.02 | 526.26 | 60.84% |
| 13 | Dokumen Manajemen Risiko (KKO,KKF,AR) tidak dibuat | A10 | 33.04 | 559.30 | 64.66% |
| 14 | Belum serah terima aset <i>Fire Protection System</i> | A14 | 32.2 | 591.50 | 68.39% |
| 15 | <i>Fire alarm system</i> tidak terintegrasi DCS | A15 | 32.2 | 623.70 | 72.11% |
| 16 | Pemahaman proses bisnis pembangkit kurang | A24 | 31.78 | 655.48 | 75.79% |
| 17 | Kapasitas sumber air terbatas | A18 | 28.56 | 684.04 | 79.09% |

4.3 House of Risk 2

Tahapan selanjutnya adalah melakukan pemilihan mitigasi risiko dengan mengidentifikasi serta mengevaluasi opsi mitigasi risiko yang berkaitan dengan

17 agen risiko terpilih. Mitigasi risiko dalam bentuk program kerja *preventive action* ditetapkan dalam forum *Peer Group Discussion* (PGD) yang diikuti oleh sebagian peserta yang terlibat di PGD pertama. Beberapa agen risiko terpilih ditetapkan memiliki satu program *preventive action* yang sama. Tabel 4.7 menyajikan daftar *preventive action* yang ditetapkan sebagai hasil PGD dan selanjutnya dilakukan perhitungan HoR fase kedua untuk mendapatkan urutan prioritas keefektifan program (TE) dengan mengalikan antara nilai ARP dengan nilai korelasi antara *preventive action* dengan agen risiko terpilih. Selanjutnya setiap program ditetapkan tingkat kemudahan implementasinya (D) dengan skala 3 (rendah), 4 (moderat), dan 5 (tinggi). Rasio keefektifan implementasi program (ETDk) didapatkan dengan membagi nilai TE dengan D dan nilai tertinggi adalah merupakan program kerja dengan prioritas pertama.

Tabel 4.8 Preventive Action Agen Risiko Terpilih

| Kode | Risk Agent | Preventive Action |
|-------------|--|--|
| A13 | Tidak terdapat panduan standar <i>Fire Protection System</i> | Penyusunan standart <i>Fire Protection System</i> |
| A12 | Tidak ada perencanaan pemeliharaan <i>Fire Protection System</i> | Penyusunan standart <i>Fire Protection System</i> |
| A1 | <i>Asset owner</i> tidak memiliki kebijakan aset manajemen | <i>Capacity building</i> proses bisnis pembangkit listrik |
| A27 | Belum dilaksanakan <i>Fire Risk Assesment</i> | Pelaksanaan <i>Fire Risk Assesment</i> |
| A23 | Tidak ada kebijakan manajemen unit | <i>Capacity building</i> proses bisnis pembangkit listrik |
| A3 | <i>Asset owner</i> tidak memiliki RJPP | <i>Capacity building</i> proses bisnis pembangkit listrik |
| A16 | <i>Fire pump</i> tidak dalam posisi auto | <i>Setting Fire Protection system</i> dalam kondisi <i>Automatic</i> |
| A7 | <i>Asset owner</i> tidak memiliki RKAP | <i>Capacity building</i> proses bisnis pembangkit listrik |
| A2 | Analisa SWOT tidak akurat | <i>Capacity building</i> proses bisnis pembangkit listrik |
| A17 | <i>Fire protection system mode manual activated</i> | <i>Setting Fire Protection system</i> dalam kondisi <i>Automatic</i> |
| A5 | Keterbatasan data historis aset | Utilisasi <i>Computerized Maintenance Management System</i> |

| Kode | <i>Risk Agent</i> | <i>Preventive Action</i> |
|-------------|--|---|
| A6 | Fokus permasalahan jangka pendek | <i>Capacity building</i> proses bisnis pembangkit listrik |
| A10 | Dokumen Manajemen Risiko (KKO,KKF,AR) tidak dibuat | <i>in house training</i> penyusunan DMR |
| A14 | Belum serah terima aset FPS | Pengajuan usulan serah terima aset |
| A15 | <i>Fire alarm system</i> tidak terintegrasi DCS | Penyempurnaan <i>Fire Protection System</i> unit pembangkit |
| A24 | Pemahaman proses bisnis pembangkit kurang | <i>Capacity building</i> proses bisnis pembangkit listrik |
| A18 | Kapasitas sumber air terbatas | Penyempurnaan <i>Fire Protection System</i> unit pembangkit |

Tabel 4.9 House Of Risk 2

| Kode | Preventive Action Risk Agent | Penyusunan standart Fire Protection System | Capacity building proses bisnis pembangkit listrik | Pelaksanaan Fire Risk Assessment | Setting Fire Protection system dalam kondisi Automatic | Utilisasi CMMS | in house training penyusunan DMR | Pengajuan usulan serah terima aset | Penyempurnaan Fire Protection System unit pembangkit | ARP |
|--|---|--|--|----------------------------------|--|-----------------|----------------------------------|------------------------------------|--|-------|
| | | PA ₁ | PA ₂ | PA ₃ | PA ₄ | PA ₅ | PA ₆ | PA ₇ | PA ₈ | |
| A13 | Tidak terdapat panduan standar Fire Protection System | 9 | 1 | 3 | | | | | | 67.62 |
| A12 | Tidak ada perencanaan pemeliharaan Fire Protection System | 3 | 9 | 1 | | 9 | | | | 61.6 |
| A1 | Asset owner tidak memiliki kebijakan aset manajemen | | 9 | | | 9 | | | | 51.94 |
| A27 | Belum dilaksanakan Fire Risk Assesment | 9 | | 9 | | 0 | | 9 | | 44.94 |
| A23 | Tidak ada kebijakan manajemen unit | 1 | 9 | | 9 | | | 3 | | 41.58 |
| A3 | Asset owner tidak memiliki RJPP | 1 | 9 | | | 3 | 9 | 3 | | 39.9 |
| A16 | Fire pump tidak dalam posisi auto | 9 | | 3 | 9 | 1 | | 3 | 9 | 38.36 |
| A7 | Asset owner tidak memiliki RKAP | 1 | 9 | | | 3 | 9 | 3 | | 38.22 |
| A2 | Analisa SWOT tidak akurat | | 9 | | | 3 | | | | 37.66 |
| A17 | Fire protection system mode manual activated | 9 | | 3 | 9 | 1 | | | 9 | 36.12 |
| A5 | Keterbatasan data historis aset | | | | | 9 | 1 | 3 | | 34.3 |
| A6 | Fokus permasalahan jangka pendek | | 9 | 9 | | 3 | 9 | | | 34.02 |
| A10 | Dokumen Manajemen Risiko (KKO,KKF,AR) | 1 | 3 | 3 | | 1 | 9 | 3 | | 33.04 |
| A14 | Belum serah terima aset Fire Protection System | | | | | | | 9 | | 32.2 |
| A15 | Fire alarm system tidak terintegrasi DCS | | | | 1 | | 1 | 3 | 9 | 32.2 |
| A24 | Pemahaman proses bisnis pembangkit kurang | | 9 | | | | 1 | | | 31.78 |
| A18 | Kapasitas sumber air terbatas | 9 | | 9 | | | | | 9 | 28.56 |
| Total effectiveness of action (TE) | | 2277.94 | 3197.04 | 1554.7 | 1076.74 | 1887.48 | 1404.9 | 1467.06 | 1217.16 | |
| Priority of TE | | 2 | 1 | 4 | 8 | 3 | 6 | 5 | 7 | |
| Degree of difficulty performing action (D) | | 3 | 5 | 3 | 4 | 4 | 3 | 5 | 5 | |
| Effectiveness to difficulty ratio (ETD) | | 759.31 | 639.41 | 518.23 | 269.19 | 471.87 | 468.30 | 293.41 | 243.43 | |
| Rank of Priority | | 1 | 2 | 3 | 7 | 4 | 5 | 6 | 8 | |

Note:

= Tidak ada korelasi

Perhitungan *House of Risk 2* memunculkan hasil urutan prioritas *preventive action* terpilih yang disajikan pada tabel 4.10. Kedelapan program *preventive action* ini adalah tindakan yang harus dilakukan manajemen perusahaan dalam memitigasi risiko kebakaran dari unit pembangkit di luar Jawa.

Tabel 4.10 Prioritas *Preventive Action* Terpilih

| Urutan Prioritas | Kode | <i>Preventive Action</i> Terpilih | ETD |
|-------------------------|-----------------|--|------------|
| 1 | PA ₁ | Penyusunan standart <i>Fire Protection System</i> | 759.31 |
| 2 | PA ₂ | <i>Capacity building</i> proses bisnis pembangkit listrik | 639.41 |
| 3 | PA ₃ | Pelaksanaan <i>Fire Risk Assessment</i> | 518.23 |
| 4 | PA ₅ | Utilisasi <i>Computerized Maintenance Management System</i> | 471.87 |
| 5 | PA ₆ | <i>in house training</i> penyusunan DMR | 468.30 |
| 6 | PA ₇ | Pengajuan usulan serah terima aset | 293.41 |
| 7 | PA ₄ | <i>Setting Fire Protection system</i> dalam kondisi <i>Automatic</i> | 269.19 |
| 8 | PA ₈ | Penyempurnaan <i>Fire Protection System</i> unit pembangkit | 243.43 |

BAB 5 ANALISA DATA

Pada bab ini disajikan analisa lebih lanjut dari hasil perhitungan *House of Risk 1* dan *House of Risk 2* serta *preventive action* terpilih.

5.1 Analisa *House of Risk 1*

Identifikasi dari 39 elemen aktifitas proses bisnis didapatkan sejumlah 41 kejadian risiko yang merepresentasikan apa yang bisa salah dalam implementasi proses bisnis dalam konteks *fire safety management*. Proses bisnis pembangkit listrik luar jawa dengan posisi PT PJB sebagai *asset operator* membawa konsekuensi kejadian risiko ketidak selarasan kebijakan manajemen antara *asset operator*, *asset manager* dan *asset owner*. Nilai-nilai bisnis, strategi perusahaan, dan tujuan perusahaan dalam hal biaya, keandalan, dan risiko terkait *fire safety management* yang ditetapkan *asset owner* berpotensi tidak diterjemahkan secara benar oleh *asset operator* dan sebaliknya, *feedback* dari operasional aset tidak bisa mendukung pencapaian visi dan misi yang telah dicanangkan oleh *asset owner*. Kesalahan prioritas program kerja, keterlambatan pengadaan suku cadang dan kerusakan berulang dari *fire protection system*, menjadi beberapa dampak yang ditimbulkan oleh kejadian risiko ini. Kejadian risiko teridentifikasi pada tahapan ini selanjutnya dilakukan penilaian tingkat keparahannya seperti disajikan pada tabel 4.2

Faktor pemicu dari kejadian risiko ditetapkan selanjutnya dan diperoleh 28 agen risiko penyebab timbulnya kejadian risiko berikut tingkat kemungkinan kemunculannya. Beberapa kejadian risiko pada elemen aktifitas proses bisnis muncul dari satu penyebab risiko. Kesamaan agen risiko yang muncul ini menyebabkan korelasi yang erat antara beberapa kejadian risiko dan satu agen risiko disajikan dalam tabel 4.6. Hasil perhitungan ARP *House of Risk 1* ini akan menyajikan agen risiko mana yang menjadi prioritas utama tindakan pencegahan.

Pengolahan data *House of Risk 1* pada tabel 4.6 diikuti dengan perangkingan prioritas agen risiko menggunakan metode analisa pareto, mendapatkan sebanyak 17 agen risiko terpilih untuk selanjutnya pada *House of Risk 2* akan ditetapkan

preventive action nya. Tabel 4.7 menyajikan 17 agen risiko terpilih dengan urutan pertama adalah tidak terdapatnya panduan standar *fire protection system*. Ketidaksiediaan panduan standar ini sesuai dengan kondisi terkini di perusahaan bahwa belum terdapat suatu panduan penetapan kebijakan spesifik terkait aset *fire protection system*.

5.2 Analisa House of Risk 2

Tahapan selanjutnya dari hasil perhitungan ARP yang diurutkan berdasarkan analisa pareto adalah melakukan identifikasi *preventive action* yang relevan. Responden dalam forum PGD berikutnya dipandu untuk mengidentifikasi *preventive action* berdasarkan pemahaman keahlian dan pengalaman pengelolaan di unit pembangkit. Diperoleh 8 *preventive action* yang relevan dari 17 agen risiko yang terpilih. Perkalian dari nilai ARP dengan nilai korelasi antara agen risiko dan *preventive action* menghasilkan nilai keefektifan dari tindakan dan dengan membandingkannya dengan tingkat kesulitan implementasi, didapatkan nilai tertinggi dari perhitungan tersebut adalah prioritas pertama yang disarankan.

Kedelapan program kerja *preventive action* terpilih dapat merupakan suatu program kerja yang sifatnya kolaboratif antar bidang terkait dalam proses bisnis pembangkitan listrik dengan tujuan utama mengatasi dan mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh kejadian risiko serta mengurangi kemungkinan kemunculan agen risiko.

5.3 Penyusunan Standar Fire Protection System

Implementasi dari penyusunan standar *fire protection system* dapat diwujudkan dalam suatu buku panduan perusahaan (*private standart*) yang berisikan panduan kebijakan manajemen aset *fire protection system*. Isi dari buku panduan ini harus dapat menjelaskan sistem umum dan manual *fire protection system*, ulasan tentang prosedur inspeksi, pengujian, dan pemeliharaan *fire protection system*, dan ulasan tentang jenis proteksi kebakaran tertentu yang harus disediakan di lokasi tertentu di dalam pembangkit, berdasarkan area dan bahayanya (Gambar 5.1). Buku panduan *fire protection system* dikembangkan berdasarkan standar *National Fire Protection Association* (NFPA) yang berlaku

dan *Factory Mutual Data Sheets* (FMDS), dengan wawasan spesifik dari personil pembangkit tertentu, di mana hal ini akan

Beberapa aspek yang harus dipertimbangkan dalam buku panduan *fire protection system* ini dapat meliputi:

1. Bahaya dari area/proses

Setiap area di unit pembangkit mengandung bahaya spesifik tergantung okupansi didalamnya. Pemilihan tipe *fire protection system* menjadi hal yang krusial karena tingkat keparahan insiden kebakaran dimungkinkan akan semakin besar jika tipe *fire protection system* yang digunakan tidak sesuai.

2. Tingkat kekritisian daerah/proses

Tingkat kekritisian berkaitan dengan seberapa signifikan peran dari suatu proses dalam *business interruption*. Suatu area/proses dengan tingkat keparahan yang tinggi dan berdampak luas ke area sekitarnya ketika terjadi kebakaran disarankan untuk dilakukan perancangan berlapis untuk *fire protection systemnya*.

3. Biaya yang akan timbul sehubungan dengan penerapan sistem proteksi kebakaran

Pertimbangan biaya yang akan timbul dalam melakukan investasi *fire protection system* menjadi penting disaat terdapat suatu kondisi area yang dilindungi tidak signifikan menyebabkan tingkat keparahan yang tinggi saat mengalami insiden kebakaran.

4. Tentang seberapa program/rekomendasinya mampu diterapkan

Pada kondisi tertentu pemasangan *fire protection system* pasif lebih dipilih daripada *fire protection system* aktif karena mempertimbangkan tingkat keparahan yang terjadi saat mengalami insiden kebakaran.

5. Peraturan daerah

Pemenuhan terhadap regulasi daerah/nasional menjadi pertimbangan yang utama mengingat adanya kontrak kinerja yang mengikat manajemen perusahaan yang mewajibkan setiap kebijakan aset selaras dengan upaya pemenuhan regulasi. Beberapa peraturan setingkat daerah maupun nasional mengikat setiap badan usaha untuk menetapkan kebijakan aset

fire protection system dan terdapat sanksi bagi yang melanggar regulasi ini.



Gambar 5.1 Transformator Lebih Diutamakan Menggunakan *Fire Protection System* Pasif karena Tipikal Kebakaran nya yang Disertai Ledakan

Berdasarkan pertimbangan ini, sistem proteksi kebakaran yang akan dipasang kemudian akan dinilai dan dikembangkan untuk dijadikan pedoman perusahaan dalam menetapkan kebijakan investasi dalam rangka mendukung program mitigasi risiko kebakaran unit pembangkit luar jawa. Dalam siklus hidupnya suatu *private standart* dapat menjadi suatu informal standart bahkan lebih lanjut akan menjadi *format standart* baik dalam tataran nasional, regional maupun internasional.

5.4 *Capacity building* proses bisnis pembangkit listrik

Kegiatan *capacity building* melibatkan berbagai kegiatan seperti pengembangan struktural, perencanaan strategis, peningkatan teknologi, dan pelatihan manajemen. *Capacity building* proses bisnis pembangkit listrik mengemuka menjadi isu utama karena dilatarbelakangi kondisi saat ini penetapan

kebijakan aset terutama aset *fire protection system* dinilai tidak sejalan dengan visi dan misi perusahaan. Dalam rangka mencapai visi dan misi perusahaan, pengoperasian unit unit pembangkit beserta keseluruhan aset didalamnya memerlukan pola pengelolaan yang sistematis, terukur dan terstruktur agar sejalan dengan program rencana jangka panjang, rencana kerja anggaran perusahaan (RKAP) dan kontrak kinerja. Optimasi aset dengan pola *asset management* dan mengadopsi cara kerja *best practice* menjadi bagian yang sangat penting dalam rangka mencapai tingkat kinerja perusahaan yang optimal.

Beberapa kasus kegagalan *fire protection system* di unit pembangkit dalam insiden kebakaran menyajikan fakta akar penyebab utama adalah karena ketidak siapan beroperasi dikarenakan terlewatkan atau bahkan tidak ada perencanaan pemeliharaan aset *fire protection system*. Demikian juga didapati suatu kondisi beberapa unit pembangkit tidak tersedia aset *fire protection system* dikarenakan pemahaman yang kurang dari personil *engineering* dan perencanaan unit akan pentingnya aset *fire protection system*.

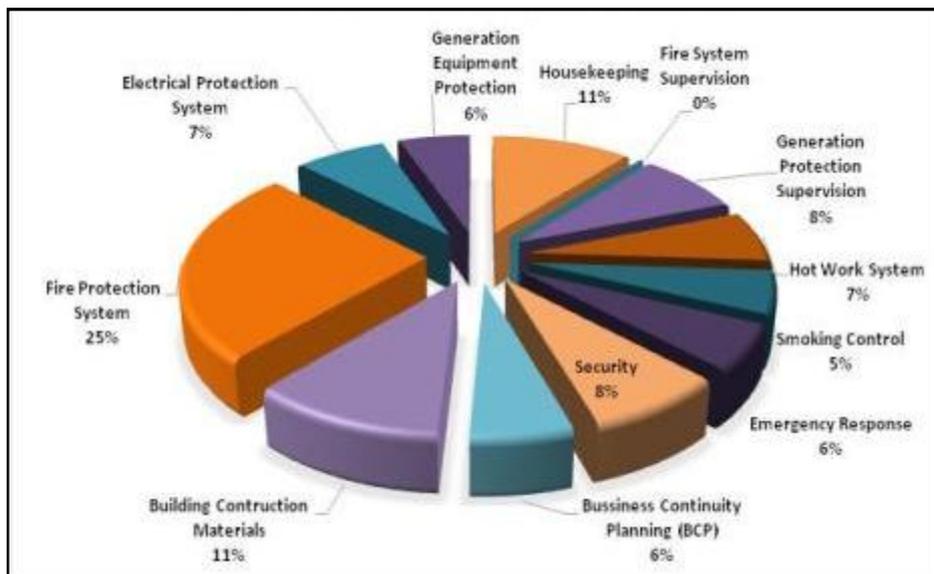
Capacity building proses bisnis pembangkit listrik ini ditujukan kepada karyawan unit pembangkit sebagai *asset operator* dan juga untuk karyawan PT PLN sektor sebagai *asset manager* maupun *asset owner*. Wujud dari pelaksanaan program kerja ini dapat berupa pelatihan manajemen aset termasuk didalamnya dengan topik pemeliharaan aset *fire protection system*. Melalui institusi PJB Academy, pihak PJB secara proaktif dapat menyelenggarakan pelatihan manajemen aset baik untuk internal karyawan PJB maupun karyawan PLN dari unit pembangkitan luar jawa.

5.5 Pelaksanaan *Fire Risk Assessment*

Mengemukanya isu terkait *fire risk assessment* didorong oleh kecenderungan premi asuransi yang semakin tinggi selaras dengan semakin meningkatnya jumlah temuan ketidak sesuaian terkait pengelolaan aset *fire protection system* (Gambar 5.2). Beberapa metode *fire risk assessment* telah dikembangkan termasuk salah satunya diinisiasi oleh tim *fire engineer* korporat PT PJB. Menggunakan pendekatan COPE (*Construction, Occupation, Protection,*

dan Exposure) *fire risk assessment* ini akan dapat membantu manajemen perusahaan dalam upaya menyelesaikan temuan asuransi.

Construction berkaitan dengan tipe material penyusun bangunan umur bangunan dan luasan bangunan yang dilakukan review. Bangunan dengan material dasar terbuat dari bahan yang mudah terbakar mengandung risiko kebakaran yang tinggi dibandingkan dengan bangunan dengan material penyusun yang tidak mudah terbakar. *Occupation* berkaitan dengan okupansi atau kandungan dari area bahaya yang diamati. *Occupancy* dievaluasi berdasarkan proses/operasional/kegunaan bangunan/material yang disimpan didalamnya. *Protection* berkaitan dengan ada tidaknya *fire protection system* dalam suatu area *hazard*. Ketersediaan *fire protection system* harus didukung dengan kesesuaian dan kecukupan sesuai standar. Bangunan yang tidak tersedia atau tidak siap prasarana *fire protection system* nya akan memiliki risiko kebakaran tinggi. *Exposure* berkaitan dengan potensi bahaya eksternal yakni dilingkungan sekitar bangunan yang diamati. Penyediaan *fire protection system* baik bersifat pasif maupun aktif ditentukan dari tingkat exposure potensi bahaya eksternal terhadap bangunan.



Gambar 5.2 Sebesar 25% Temuan Risk Survey PT PJB adalah Berkaitan dengan *fire protection system*

Format *fire risk assessment* disusun oleh tim *Fire Engineer* Korporat sesuai SK dir No. 022-K/020/DIR/2017 sebagai *tool* dalam *assessment* kondisi *fire protection system* unit unit pembangkit yang dimiliki dan dikelola oleh PT PJB. *Fire Risk Assessment* ini mengkuantifikasikan kondisi aktual dari unit pembangkit dan laporan yang didapat merupakan prosentase kesesuaian prasarana *existing* dibandingkan dengan *standar*.

5.6 Utilisasi *Computerized Maintenance Management System*

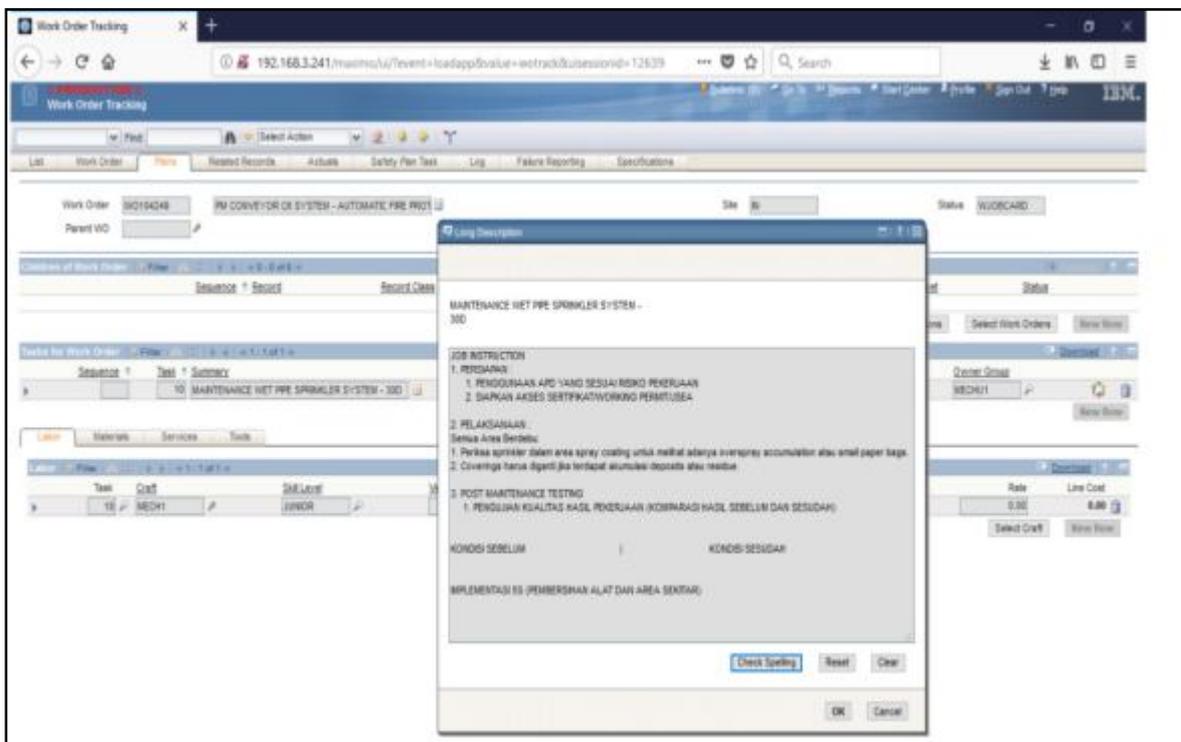
Peralatan sistem deteksi dan proteksi terhadap kebakaran merupakan peralatan yang sangat penting untuk melindungi aset peralatan pembangkit. Namun, kegiatan pemeliharaan yang dilakukan sering kali mengesampingkan peralatan sistem deteksi dan proteksi kebakaran. Kegiatan pemeliharaan lebih memprioritaskan hanya pada peralatan pembangkit. Hal ini dapat dilihat dari minimnya aset peralatan sistem deteksi dan proteksi kebakaran yang terdaftar dan dikelola dengan baik dalam *Computerized Maintenance Management System* (CMMS).

Kondisi terkini aset peralatan sistem deteksi dan proteksi kebakaran yang telah teregister di sistem CMMS belum terintegrasi dengan peralatan yang dilindungi, sehingga kesulitan mendapatkan data jenis peralatan sistem deteksi dan proteksi kebakaran yang melindungi peralatan pembangkit, untuk menentukan kesesuaian jenis deteksi dan proteksi sesuai standar. Sebagai bagian dari aset utama unit pembangkit yang berkaitan dengan keselamatan aset produksi, peralatan sistem deteksi dan proteksi kebakaran adalah layak untuk dapat lebih diprioritaskan dibanding kehandalan dan efisiensi pembangkit.

Seperangkat paket kerja bidang pemeliharaan terkait prasarana/sistem proteksi kebakaran selama ini belum pernah tersedia dikarenakan belum terdapatnya panduan. Tersedianya buku panduan sebagai output dari program kerja penyusunan standar *fire protection system* yang berisikan ulasan tentang inspeksi, pengujian, dan pemeliharaan sistem proteksi kebakaran dapat diimplementasikan karena akan mendefinisikan kebutuhan akan *labor*, *tool* dan prosedur persiapan pekerjaan serta dapat diintegrasikan ke CMMS

(*Computerized Maintenance Management System*) yang dipakai baik Ellipse maupun MAXIMO.

Utilisasi CMMS pada (Gambar 5.3) ini akan dapat meningkatkan kehandalan aset *fire protection system* unit pembangkit karena program perencanaan pemeliharaan akan lebih tertata dan terstruktur dengan baik. Hasil kegiatan pemeliharaan rutin maupun pemeliharaan korektif aset *fire protection system* akan terekam dalam CMMS sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pendukung penetapan kebijakan investasi.



Gambar 5.3 Tampilan Work Order MAXIMO

5.7 In house training Penyusunan Dokumen Manajemen Risiko (DMR)

Salah satu hal yang terkait dengan manajemen aset adalah penyusunan dokumen manajemen risiko untuk kelengkapan program kerja pemeliharaan aset *fire protection system*. DMR dalam program pemeliharaan berfungsi untuk memberikan kajian kelayakan terkait Operasional, kelayakan Finansial. DMR merupakan salah satu persyaratan dalam penyusunan Rencana Kerja Anggaran

Perusahaan (RKAP) yang harus dilengkapi untuk memberikan penilaian terkait kelayakan program. Hal ini sesuai dengan *Job Description* yang dimiliki oleh Kepala Divisi Anggaran tentang penyusunan RKAP yang mendefinisikan kegiatan dan tanggung jawab proses mulai dari aktivitas Persiapan penyusunan RKAP, Perumusan dan penyusunan issue strategis korporat beserta kebijakannya, Pengiriman Panduan Harga Satuan & Form RKAP, Penyusunan RKAP dan Usulan Bidang, Pembahasan RKAP dan Usulan Bidang, Pematangan spesifikasi teknis, skope kerja, *Term Of References* (ToR), Kajian Kelayakan Operasi (KKO) & Kajian Kelayakan Finansial (KKF), Penyusunan Draft RKAP Konsolidasi, Presentasi Draft RKAP, Pembahasan dan Persetujuan Draft Final RKAP, Pengiriman RKAP Final, Pembahasan Teknis dengan Tim RKAP PLN, Perbaikan RKAP Konsolidasi Sesuai hasil Pembahasan, Pra RUPS dan RUPS RKAP, sampai dengan Deployment RKAP.

Kegiatan yang harus dilengkapi Dokumen Manajemen Risiko secara lengkap (KKO, KKF dan Analisa Risiko Risiko serta bila diperlukan Kajian Kelayakan Lingkungan dan Kajian Hukum) adalah pekerjaan yang mendukung sasaran strategis korporat antara lain:

1. Pelaksanaan pekerjaan material/jasa yang pertama kali dilakukan unit-unit pembangkitan/pemeliharaan/badan dan Kantor Pusat dan atau terkait dengan perubahan mutu dan atau perubahan efisiensi dan atau perubahan keandalan unit-unit pembangkitan,
2. Perubahan peralatan (modifikasi) atau teknik dalam *Operation & Maintenance* (O&M) pembangkitan tenaga listrik, sedangkan untuk penggantian *spare part* atau *equipment* yang tidak merubah spesifikasi awal tidak perlu DMR cukup dengan melakukan analisa risikonya saja yang dituangkan dalam risk register dengan menggunakan web PJB *Enterprise Risk Management* (ERM),
3. Penggunaan Spare Part Non - OEM sebagaimana yang tercantum dalam Keputusan Direksi PT PJB Nomor: 012.K/010/DIR/2013 Tentang Kebijakan Penggunaan Spare Part *Non Original Equipment Manufacturer* (NON-OEM) Mesin Pembangkit di Lingkungan PT Pembangkitan Jawa-Bali,

4. Investasi & Divestasi
5. Pendanaan (Pinjaman, *Shareholder Loan Agreement/ SLA*)
6. Pembentukan Unit Bisnis, Anak Perusahaan, Usaha Patungan

Adapun materi in house training ini adalah sebagai berikut :

1. Pembahasan prosedur pembuatan DMR
2. Pembahasan format penulisan DMR
3. Pembahasan DMR terkait program kerja di RKAP
4. Utilisasi Data pendukung dari *manual book*, data operasi, pemeliharaan (*Work Orders*), *assessment*, rekomendasi *overhaul* untuk program program yang akan di susun DMR.

5.8 Pengajuan Usulan Serah Terima Aset

Implementasi dari model pengelolaan aset pembangkit luar jawa ini diberlakukan disebagian besar unit pembangkit yang dikelola oleh PT PJB. Risiko yang muncul dari penerapan model pengelolaan ini adalah keterbatasan kewenangan PT PJB sebagai aset operator akan penetapan kebijakan manajemen aset nya khususnya untuk aset *fire protection system*.

Sebagai aset operator PT PJB untuk pembangkit luar jawa terbatas hanya berwenang mengusulkan program investasi aset *fire protection system* tanpa ada kewenangan eksekusi program kerjanya. Diperlukan proses persetujuan oleh PT PLN baik sebagai aset manajer maupun *aset owner* hingga program kerja dilaksanakan. Pengajuan usulan serah terima aset mengacu pada pengalaman unit di pulau jawa adalah dimungkinkan untuk mendukung efektifitas dan efisiensi dari eksekusi program kerja terutama program investasi untuk aset *fire protection system*.

5.9 Setting Fire Protection System dalam kondisi Automatic

Mengacu pada standar NFPA, setiap peralatan *fire protection system* harus disetting dalam kondisi otomatis. Beberapa kasus kebakaran yang menimbulkan dampak kerugian yang signifikan ditemukan kondisi peralatan *fire protection system* tidak siap beroperasi atau terlambat dalam beroperasi dikarenakan difungsikan secara manual. Pengkondisian *fire protection system* ini termasuk didalamnya adalah terkait investasi peralatan deteksi otomatis serta pemasangan

sistem *alarm* dan *annunciator*. Salah satu yang menjadi perhatian dalam program kerja ini adalah *deluge system* untuk *transformator* (Gambar 5.4) yang harus dikondisikan dalam mode otomatis dengan pemicu dari *detector* panas.



Gambar 5.4 *Deluge System* Untuk *Transformator* Harus Difungsikan Secara Otomatis dengan *Trigger* dari *Fire Detector*

Melakukan setting mode otomatis untuk peralatan *fire protection system* akan dapat meningkatkan kecepatan respon terhadap insiden kebakaran. Kecepatan respon pemadaman adalah permasalahan krusial dimana tingkat

keparahan akibat insiden kebakaran akan dapat direduksi dengan melakukan pemadaman dalam waktu singkat.

5.10 Penyempurnaan Fire Protection System unit pembangkit

Terdapat 3 (tiga) kondisi terkait rendahnya kehandalan *fire protection system* unit pembangkit luar jawa yang dikelola PT PJB :

1. Peralatan *fire protection system* tidak tersedia

Pada beberapa pembangkit listrik di luar jawa *fire protection system* tidak terpasang di unit pembangkit. Hal ini memperparah kondisi kurangnya usaha pengendalian debu batubara *low rank* yang mana ini artinya tingkat risiko kebakaran menjadi tinggi. Ketidak tersediaan *fire protection system* selain membawa dampak tingginya tingkat risiko kebakaran juga akan menjadi suatu bentuk pelanggaran manajemen perusahaan terhadap regulasi keselamatan kerja dan instalasi. Kondisi *coal handling facility* (Gambar 5.5) sebagai salah satu peralatan utama PLTU batubara menuntut pemenuhan kaidah standart *fire protection system* dikarenakan dalam operasional nya merupakan peralatan yang menghasilkan debu batubara terbesar.



Gambar 5.5 Coal Handling Facility Sumber Utama Munculnya Debu Batubara

2. Peralatan *fire protection system* tersedia namun tidak *standby*

Tersedianya *fire protection system* tidaklah akan bermanfaat jika tidak dalam kondisi siap operasi. Kondisi tidak siap ini kerap kali ditemukan karena diakibatkan oleh tidak adanya perencanaan pemeliharaan rutin. Peralatan *fire protection system* sebagaimana peralatan pembangkit lainnya sesuai standart memiliki periode inspeksi dan pengujian fungsi yang apabila ini kurang diindahkan maka penurunan unjuk kerja peralatan dipastikan akan terjadi. Sebagai contoh disajikan pada Gambar 5.6, pompa pemadam yang berdungsi memasok air bersih diwajibkan dilakukan pemeliharaan rutin seperti aset pembangkit yang lain.



Gambar 5.6 Pompa Pemadam Harus Selalu Dipastikan Dalam Kondisi Standby

3. Peralatan *fire protection system* tersedia, *standby* namun tidak sesuai standar

Kesesuaian terhadap standar menjadi ketentuan yang wajib dipenuhi oleh seluruh peralatan *fire protection system*. Standar

internasional terkait *fire protection system* telah menetapkan jenis *fire protection system* yang spesifik untuk beragam okupansi area *hazard*. Ditemukan di beberapa unit pembangkit *fire protection system* yang terpasang tidak *comply* dengan ketentuan dalam standar. Pemilihan tipe *fire protection system* menjadi hal yang krusial karena tingkat keparahan insiden kebakaran dimungkinkan akan semakin besar jika tipe *fire protection system* yang digunakan tidak sesuai. Sebagai contoh disajikan pada Gambar 5.7, ruang *Electrical Equipment Room* berdasarkan standart NFPA harus dilindungi dengan pemadam tipe gas



Gambar 5.7 *Electrical Equipment Room* Harus Dilindungi dengan Pemadam Tipe Gas

Program kerja penyempurnaan *fire protection system* unit pembangkit ini berkaitan dengan program investasi baik jangka pendek maupun jangka panjang dengan panduan dari standar internasional (NFPA atau FMDS).

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan dan analisa data pada penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Kejadian risiko yang berpotensi menimbulkan *business interruption* teridentifikasi sebanyak 41 dengan 28 agen risiko sebagai faktor pemicu nya.
2. Analisa hasil perhitungan *House of Risk* ditetapkan sebanyak 17 agen risiko prioritas yang berperan sebagai pemicu terjadinya kejadian risiko yang berkaitan dengan pengelolaan aset *fire protection system* unit pembangkit yang berpotensi menyebabkan *business interruption* dari insiden kebakaran di PT PJB
3. Dari 17 agen risiko ditetapkan 8 mitigasi risiko dalam bentuk *preventive action* program kerja yang ditujukan baik kepada *asset operator*, *asset manager* maupun *asset owner* antara lain :
 - 1) Penyusunan standart *Fire Protection System*
 - 2) *Capacity building* proses bisnis pembangkit listrik
 - 3) Pelaksanaan *Fire Risk Assessment*
 - 4) Utilisasi *Computerized Maintenance Management System*
 - 5) *in house training* penyusunan Dokumen Manajemen Risiko (DMR)
 - 6) Pengajuan usulan serah terima aset
 - 7) *Setting Fire Protection system* dalam kondisi *Automatic*
 - 8) Penyempurnaan *Fire Protection System* unit pembangkit

6.2 Saran

Dari hasil analisa data dan kesimpulan dapat disampaikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Pengembangan metode *fire risk assesment* berdasarkan pendekatan informasi aset dan COPE dapat digunakan dalam penelitian lebih lanjut
2. Penerapan program mitigasi risiko dilaksanakan dengan elaborasi antar bidang terkait dalam manajemen PT PJB

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini, Dewanti, Putu Dana Karningsih, and Martian Sulistiyono.(2015)
"Managing quality risk in a frozen shrimp supply chain: a case study."
Procedia Manufacturing 4 , 252-260.
- Associate Administrator for Commercial Space Transportation (2004), *Supports
FAA Strategic Goal: SAFETY*, R&D Report, Federal Aviation Administration
- Benjamin, I. A. (1979) "A fire safety evaluation system for health care facilities."
Fire Safety Journal 73.2 ,52-53.
- Brown, R. E., & Humphrey, B. G. (2005). Asset management for transmission
and distribution. *IEEE power and energy magazine*, 3(3), 39-45.
- Boggs, C.J (2010) *Property and Casualty Insurance Concepts Simplified*
- Buku Diklat Pengoperasian PLTU (2010). PT Perusahaan Listrik Negara
- Coward, H. F. (1957) "Research on spontaneous combustion of coal in mines—a
review." Safety in Mines Research Establishment, Great Britain (1957)
- Davis, J. D., and J. F. Byrne. (1925) "Spontaneous Combustion of Coal.
Characteristics Shown by an Adiabatic Calorimeter." *Industrial &
Engineering Chemistry* 17.2 , 125-130
- Dow Chemical Company (1966), "*Process Safety Manual*," Chemical
Engineering Progress, 62, 6.
- Elder, James Lowry, et al. (1945) Relative spontaneous heating tendencies of
coals. No. BM-TP-681. Bureau of Mines, Washington, DC (USA).
- Falcon, R. M.(1986) "Spontaneous combustion of the organic matter in discards
from the Witbank coalfield." *Journal of the Southern African Institute of
Mining and Metallurgy* 86.7 , 243-250
- Furness, A., & Muckett, M. (2007) *Introduction to fire safety management*.
Routledge.
- FREM for Windows, User's Manual*. (1995) National Risk Control Services Pty.
Ltd., Bayswater, Victoria, Australia.

- Global Forum on Maintenance and Asset Management (GFMAM).2014.*The asset Management Landscape 2nd edition*
- Graham, J. I. (1914). "Adsorption of Oxygen by Coal" *Trans. Inst. of Min. Eng* 48
521
- Hughes Associates, Inc., (1996) "Fire Safety Evaluation System (FSES) for Business Occupancies Software (ver 1.0 for Windows) User's Manual," *NIST-GCR-96-692*, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD
- Institute of Asset Management, (2010). "IAM Conceptual Model" (USA)
- ISO 55000 (2014), *Asset management Overview- Principles and Terminology*, The International Organization for Standardization, Switzerland
- Kaiser, J. (1980). Experiences of the Gretener method. *Fire Safety Journal*, 2(3), 213-222
- Kazarians, Mardiros, Nathan O. Siu, and George Apostolakis (1985). "Fire risk analysis for nuclear power plants: Methodological developments and applications." *Risk Analysis* 5.1 , 33-51.
- Kusnindah, Cahya, Yeni Sumantri, and Rahmi Yuniarti.(2014) "Pengelolaan Risiko Pada Supply Chain Dengan Menggunakan Metode House of Risk (Hor)(Studi Kasus Di PT. Xyz)." *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri* 2.3 , p661-671.
- Lau, Chun Kit, et al. (2015) "Fire risk *assessment* with scoring system, using the support vector machine approach." *Fire Safety Journal* 78 , 188-195.
- Liu, H.C., Liu, L. dan Liu, N. (2013), "Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature review", *Expert Systems with Applications Journal*, Vol.40, hal,828–838.
- Lipol, L. S., & Haq, J. (2011). Risk analysis method: FMEA/FMECA in the organizations. *International Journal of Basic&Applied Sciences*, 11(5),74-82.
- Miyagawa, I., Yamada, Y., & Inaba, J. (1929). Study on spontaneous combustion of coal (First half). *Nenryo Kyokai-shi*, 8, 776-800.

- Mulyana Hana, (2005), “Kualitas Batubara dan *Stockpile Management*”, PT Geoservices, LTD, Yogyakarta
- National Fire Protection Association. (2015). NFPA 850: Recommended Practice for Fire Protection for Electric Generating Plants and High Voltage Direct Current Converter Stations.
- Page, S. J., & Organiscak, J. A. (2002). Using proximate analysis to characterize airborne dust generation from bituminous coals. *Aerosol Science & Technology*, 36(6), 721-733.
- Parks, Lyman L. (1996) "COFRA-2: A Tool to Aid in Telecommunications Central Office Fire Risk Assessment." *Proceedings, Fire Risk & Hazard Assessment Symposium, National Fire Protection Research Foundation, Quincy, MA..*
- Parr, S. W. (1922). The classification of coal. *Industrial & Engineering Chemistry*, 14(10), 919-922.
- Pujawan, I.N. dan Geraldin, L.H. (2009),”House of Risk: A Model for Proactive Supply Chain Risk Management”, *Bussiness Process Management Journal*, Vol.15, No.2, hal.963-967.
- Rencana Umum Pengusahaan Tenaga Listrik PT PLN 2018 -2022
- Speight, J. G. (2015). *Handbook of coal analysis*. John Wiley & Sons
- Standard, A. S. T. M. (2012). D388-12, 2012. *Standard classification of coals by rank*. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Stollard, P. (1984). The development of a points scheme to assess fire safety in hospitals. *Fire Safety Journal*, 7(2), 145-153
- Sukandarrumidi.(2008) Batubara dan Gambut. Universitas Gajah Mada: Yogyakarta.
- Weber, S. F., and L. I. Schultz. (2001). *ALARM 2.0 Users Manual: Minimizing Compliance Costs of the Life Safety Code for Prisons*. No. NIST Interagency/Internal Report (NISTIR)-6807.
- Wheeler, Richard Vernon.(1918) "LXXXVI.—The oxidation and ignition of coal." *Journal of the Chemical Society, Transactions* 113, 945-955.

DAFTAR ISTILAH

| | |
|-------|---|
| AR | : Analisa Risiko |
| ASTM | : <i>American Standard Testing and Material</i> |
| ARP | : <i>Aggregate Risk Potential</i> |
| RUPTL | : Rencana Umum Pengadaan Tenaga Listrik |
| COPE | : <i>Construction, Occupation, Protection, Exposure</i> |
| FMEA | : <i>Failure Mode Effect Analysis</i> |
| PGD | : <i>Peer Group Discussion</i> |
| RKAP | : Rencana Kerja Anggaran Perusahaan |
| RJPP | : Rencana Jangka Panjang Perusahaan |
| DMR | : Dokumen Manajemen Risiko |
| KKO | : Kajian Kelayakan Operasi |
| KKF | : Kajian Kelayakan Finansial |
| NFPA | : <i>National Fire Protection Association</i> |
| FMDS | : <i>Factory Mutual Data Sheet</i> |
| CMMS | : <i>Computerized Maintenance Management System</i> |

LAMPIRAN 1
KUISONER HOUSE OF RISK

LAMPIRAN 2
DOKUMENTASI *PEER GROUP DISCUSSION*

DAFTAR HADIR PESERTA
Forum Group Discussion (FGD) Awareness Manajemen Fire Protection System

Tanggal : 23 Mei 2018

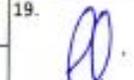
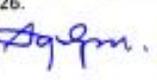
Tempat : Gedung UP Muara Karang Lt. 4 Ruang Generator & Turbin

| NO | NAMA | JABATAN | NID | UNIT | NO.TLP | EMAIL | TANDA TANGAN |
|----|----------------|----------------|------------|-----------------|---------------|-----------------------------|--------------|
| 1 | Hansono | ANALYS | 6485196 | UJL3-2 | 085232266281 | hansono2kody@ydn.co.id | 1. |
| 2 | BHANTI | STAF | 929401514 | ROP-2 | 081730701601 | bhanti4f@pjb.co.id | 2. |
| 3 | Sumirua | PJB UBANG (K3) | 6802125703 | UBANG | 08129442903 | sumirua.arnul@gmail.com | 3. |
| 4 | Hendrik W | MK3-1. | 638000557 | UK3-1. | 081357089960 | hendrikw@gmail.com | 4. |
| 5 | Aji M | M-Unit | 86037110 | PLTU TIRONE | 08135713847 | ariawan09@gmail.com | 5. |
| 6 | Zulfana | Engineering | 08057003 | PJB5 | 08122565000 | zulfana@pjb.com | 6. |
| 7 | Bagus R | pjs uk3 | 92080414 | PJB5 | 08123391455 | quadrus@gmail.com | 7. |
| 8 | Fard Wilya F | PJB5 OML | 7906042A | PJB5 EP | 08123357437 | fardwif.pjb@gmail.com | 8. |
| 9 | APDHI W | Staff soc. | 01030170 | UBJOM REC | 081227001499 | golden.litch.com@gmail.com | 9. |
| 10 | Arif Rizka M. | TA | 84103610 | UBJOM Indragaya | 08122520702 | arif.rizka84@gmail.com | 10. |
| 11 | Bagas N.Y. | K3 | 0216097227 | UP Patara | 0822233099044 | bagas.kennan@ptpjb.com | 11. |
| 12 | Seffini A.A | CA | 8516111PT | UBJOM Patara | 081275540085 | seffiniazseffini@gmail.com | 12. |
| 13 | Fardhi Pratama | Staff SO | 921502237 | UP CIRATA | 08570537636 | fardhipratama1710@gmail.com | 13. |

DAFTAR HADIR PESERTA
Forum Group Discussion (FGD) Awareness Manajemen Fire Protection System

Tanggal : 23 Mei 2018

Tempat : Gedung UP Muara Karang Lt. 4 Ruang Generator & Turbin

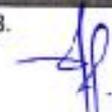
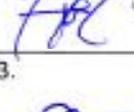
| NO | NAMA | JABATAN | NID | UNIT | NO.TLP | EMAIL | TANDA TANGAN |
|----|---------------------|----------------|-----------|-------------------|--------------|----------------------------------|---|
| 14 | M. ISBAL | MMRKS | 8610025JA | BRUC | 0818428450 | donk.kuitz@gmail.com | 14.  |
| 15 | Raymundus Domo | Staff SOB | 9026115PK | UBJOM PTU PACITAN | 082232203821 | raymundusdomo@gmail.com | 15.  |
| 16 | Sugeng T-H | SDC | 9011102JA | UBJOM TANAYAN | 085253644115 | sugeng.ku@ptpjb.com | 16.  |
| 17 | Syaifuluddin | Staff SO | 9217017AR | UBJOM ARUN | 082143641197 | syaifuluddin.suardi.06@gmail.com | 17.  |
| 18 | Muhammad | Staff SO-2 | 3117001EK | UBJOM UNIT BAWOKA | 086260846503 | muhammad@guat.com | 18.  |
| 19 | Ibrahim Ali M | Reamial Har-1 | 89116023Y | POP-1 (KP) | 08231386383 | ibrahim.ali.marwan@ptpjb.com | 19.  |
| 20 | Richardson A. Petro | Eng | 91170023Y | UBJOM Luar Jawa 1 | 08113032569 | Petro9217@gmail.com | 20.  |
| 21 | ARIF YUWONO | Eng. SO | 8409011TA | UPMk | 08969080837 | arif.yuwono@ptpjb.com | 21.  |
| 22 | WIRAS | Eng. SO common | 9216048PL | UBJOM Pulpis | 081230029665 | irftrana.wiras@gmail.com | 22.  |
| 23 | Ertha A | OM/PE | 88407823Y | UPMk | 08112227750 | ertha.apta@ptpjb.com | 23.  |
| 24 | Suraji | Staff K3 | 8610273A | UPMk | 08567205023 | suraji@ptpjb.com | 24.  |
| 25 | Wanto R. | EMI | 9216020TS | UBJOM KALIMEDAN | 082154535100 | wanto@robbyanur@gmail.com | 25.  |
| 26 | AGUS SULISTIONO | Stat CA | 8512481D | UBJOM INDRAMAYU | 081322575899 | agusparler@gmail.com | 26.  |

DAFTAR HADIR PESERTA

Forum Group Discussion (FGD) Awareness Manajemen Fire Protection System

Tanggal : 23 Mei 2018

Tempat : Gedung UP Muara Karang Lt. 4 Ruang Generator & Turbin

| NO | NAMA | JABATAN | NID | UNIT | NO.TIP | EMAIL | TANDA TANGAN |
|----|---------------|----------------------|------------|-----------------|--------------|--------------------------|---|
| 27 | Zulfan | Supervy | 0813140237 | KRS | 0822125900 | zulfan@ptpjb.com | 27.  |
| 28 | Tito K.S | Engineering | 0813140237 | UP-Muara Karang | 08574574904 | titik.s.cvi@gmail.com | 28.  |
| 29 | Dimar Harbi | OSKI | 81074971 | Kp | | dimar@PTPJB.com | 29.  |
| 30 | HENDRY NUR.S. | OSKI MMR. | 871016319 | UJTA | 08569883275 | hendry_hetz@gmail.com | 30.  |
| 31 | Nuri Setyo T | BEKI | 941723224 | KP | | nuri.setyo@ptpjb.com | 31.  |
| 32 | Supriyanto | LPT4 | | KP. | 08132635 | pryatho2003@gmail.com | 32.  |
| 33 | Eko Yudi | BEKI | 82001020 | | 08128712740 | | 33.  |
| 34 | Ruswinda | BMS | 85060150 | KPBT | 081331101971 | ruswinda@ptpjb.com | 34.  |
| 35 | SANDRO | ENG | 80150477 | KOP4 | 081226410251 | sutahangsandro@gmail.com | 35.  |
| 36 | SAFRIADI F | ENIG | 83170731 | SUPPA | 08239840603 | sufriadi-kado@gmail.com | 36.  |
| 37 | Bayu R | UKS | 81080421 | BRS | 081235811415 | quetan@gmail.com | 37.  |
| 38 | | | | | | | 38. |
| 39 | | | | | | | 39. |





BIOGRAFI PENULIS



Nama : Dimas Hadiansyah Hamka

Tempat/Tanggal Lahir : Malang, 20 September 1981

Riwayat Pendidikan : SDN Jodipan 1 - Malang
SMP Negeri 1 - Malang
SMA Negeri 5 - Malang
S-1 Teknik Mesin Universitas Brawijaya - Malang

Pekerjaan : Karyawan PT Pembangkitan Jawa Bali (PT PJB)

Keahlian/Sertifikasi : NDE Examiner (Level 1)
ISO 55001:2014 Lead Implementer (Int'l Certified)
ISO 55001:2014 Lead Auditor (Int'l Certified)
Fire Protection Practitioner (Int'l Certified)
Ahli K3 Umum

Email : Dimashamka19@gmail.com