



UNIVERSITAS INDONESIA

**TINGKAT EFEKTIVITAS PROTEKSI K3 PADA TAHAPAN
COMMISSIONING PIPA STEAMS ABOVE GROUND SYSTEM
PROYEK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI
(PLTP) WAYANG WINDU UNIT 2 DI PT XYZ**

TESIS

Di susun oleh:

Ispranto Kurnia Adhy

0706189495

**PROGRAM STUDI KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK, 2008**



UNIVERSITAS INDONESIA

**TINGKAT EFEKTIVITAS PROTEKSI K3 PADA TAHAPAN
COMMISSIONING PIPA *STEAMS ABOVE GROUND SYSTEM*
PROYEK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI
(PLTP) WAYANG WINDU UNIT 2 DI PT XYZ**

Tesis ini diajukan sebagai salah satu syarat

untuk memperoleh gelar

MAGISTER KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA

Di susun oleh:

Ispranto Kurnia Adhy

0706189495

**PROGRAM STUDI KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK, 2008**

UNIVERSITY OF INDONESIA

FACULTY OF PUBLIC HEALTH

MAGISTER OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY PROGRAM

Thesis, December 2008

ISPRANTO KURNIA ADHY

NPM: 0706189495

**EFFECTIVENESS LEVEL OF HSE PROTECTION TO COMMISSIONING STEAMS ABOVE GROUND
SYSTEM PIPE FOR GEOTHERMAL POWER PLANT PROJECT IN WAYANG WINDU UNIT 2 AT PT XYZ**

158 pages, 68 tables, 26 figures

ABSTRACT

Geothermal power energy rapidly grow in this time because as one of energy source substitution besides oil and the reserve gas is progressively attenuate.

PT XYZ in this case also contribute is active in industrial construction of this geothermal power energy. In the activity of construction, PT XYZ have loss risk and also advantage potency to this activity. At 5 the last year PT XYZ experience loss of accident effect at step commissioning, though this thing have been insured, for example accident data as follows:

1. Damage of Furnish at commissioning in project of Blue Sky Refinery in 2005th
2. Damage of Urea Reactor at commissioning in project Kujang 1 B in 2005th

3. At project of PLTP Kamojang - 4 happened damage at separator and pipe line at step of commissioning activities in the year 2007th.

Therefore require to be done by evaluation to protection system process safety management (K3) which applied as protection to Hazards on the this commissioning activity. In general purpose of research is to how know big level of protection effectiveness process safety management (K3) which done to prevent loss of company at phases of pipe sags commissioning activities at geothermal power energy development.

Keywords: Pipe Sags commissioning activities, High Value, Leak Impact Factor, Index Sum, Importance Index, Process Safety Management Performance Index, Relative Risk Score.

UNIVERSITAS INDONESIA

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

PROGRAM STUDI MAGISTER KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA

Tesis, Desember 2008

ISPRANTO KURNIA ADHY

NPM: 0706189495

158 halaman, 68 tabel, 26 gambar

TINGKAT EFEKTIVITAS PROTEKSI K3 PADA TAHAPAN *COMMISSIONING* PIPA *STEAMS ABOVE GROUND SYSTEM* PROYEK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI (PLTP) WAYANG WINDU UNIT 2 DI PT XYZ

ABSTRAK

Pembangkit listrik panas bumi berkembang pesat pada saat ini, karena merupakan salah satu sumber energi pengganti selain migas. PT XYZ dalam hal ini juga ikut berperan aktif dalam tahapan *engineering, procurement*, konstruksi industri energi PLTP ini. Dalam kegiatan konstruksi tersebut PT XYZ mempunyai potensi keuntungan maupun resiko kerugian terhadap kegiatan ini. Pada 5 tahun terakhir ini PT XYZ mengalami kerugian akibat kecelakaan pada tahapan *commissioning*, meskipun hal ini sudah diasuransikan, anatar lain data kecelakaan sebagai berikut:

- a. Kerusakan Furnish pada saat *commissioning* di proyek *Blue Sky Refinery* pada tahun 2005.

- b. Bocornya Reaktor Urea pada saat *commissioning* di proyek Kujang 1 B di tahun 2005.
- c. Pada proyek PLTP Kamojang – 4 terjadi kerusakan pada separator dan pipe line pada tahapan kegiatan *commissioning* pada tahun 2007.

Dalam hal ini resiko perusahaan untuk mendapat potensi kerugian dari kegiatan *commissioning* ini cukup besar, jika dilihat dari pengalaman proyek-proyek sebelumnya tahapan *commissioning* menyumbang banyak kecelakaan yang menimbulkan potensi kerugian pada perusahaan, meskipun dalam hal ini proteksi kesehatan dan keselamatan kerja melalui *process safety management* sudah dilakukan. Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi terhadap *process safety management* yang digunakan sebagai proteksi terhadap *hazards*/bahaya-bahaya yang ada pada kegiatan *commissioning* ini. Secara umum tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar tingkat efektivitas proteksi K3 yang dilakukan untuk mencegah kerugian perusahaan pada tahapan kegiatan *commissioning* pipa *sags* pada pembangunan PLTP.

Kata kunci antara lain: Aktifitas *commissioning sags* , *High Value, Leak Impact Factor, Index Sum, Importance Index, Process Safety Management Performance Index, Relative Risk Score, Schedule performance index, Cost performance index, Rejection rate, Relative Risk Score Consequences.*

LEMBAR PERSETUJUAN

Tesis ini telah diperiksa, disetujui dan dipertahankan di hadapan tim penguji tesis pada program studi Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.

Depok, 15 Desember 2008

Pembimbing



(Dra. Fatma Lestari, Msi. Phd)

Panitia Sidang Ujian Tesis Magister

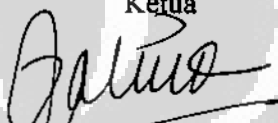
Program Pasca Sarjana

Program Studi Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja

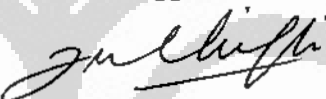
Universitas Indonesia

Depok, 15 Desember 2008

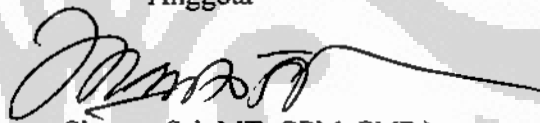
Ketua


(Dra. Fatma Lestari, Msi, Phd.)

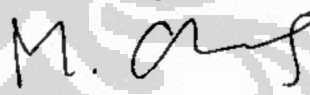
Anggota


(Dr. Zulkifli Djunaidi. Mappsc)

Anggota


(Juanto Sitorus, Ssi, MT, CPM, PMP)

Anggota


(M. Arisman, SH, MT, PMP)

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Ispranto Kurnia Adhy

NPM : 0706189495

Program Studi : Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Angkatan : 2007

Jenjang : Magister

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan tesis saya yang berjudul:

TINGKAT EFEKTIVITAS PROTEKSI K3 PADA TAHAPAN COMMISSIONING PIPA STEAMS ABOVE GROUND SYSTEM PROYEK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI (PLTP) WAYANG WINDU UNIT 2 DI PT XYZ

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.



15 Desember 2008

Ispranto Kurnia Adhy

Kata Pengantar

Dengan Rahmat Tuhan Yang Maha Esa, tesis ini telah dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat untuk lulus dari program studi Megister Kesehatan dan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat serta memperoleh gelar MKKK.

Bukan hal yang mudah untuk dapat menyelesaikan studi ini dengan tiga semester, dimana kesibukan diluar kampus yaitu menyelesaikan proyek Wayang Windu Unit 2 sangat menyita waktu, tenaga serta pikiran. Hanya karena Kasih Karunia dan AnugrahNYA sehingga studi ini dapat terselesaikan dan bahkan lebih cepat satu semester.

Terima kasih sebanyak-banyaknya kepada Ibu Dra. Fatma Lestari, Msi. Phd. yang telah membimbing saya selama ini, yang dengan sabar berkenan memberikan masukan, pencerahan dan ilmunya sehingga saya dapat menyelesaikan tesis ini pada waktu yang telah ditentukan. Saya mohon maaf atas tindakan saya yang mungkin tidak berkenan bagi Ibu. Demikian juga terima kasih kepada Bapak Ir. Indrakasna, Ir. Moh. Hidayat, Ir. Chandra Sihombing. PMP, Ir. Juanto Sitorus. Ssi. CMP.PMP, dimana telah mendukung dan memberi kesempatan kepada saya untuk dapat studi dan menyelesaikannya dengan baik.

Terima kasih kepada Bapak Dr. Zulkifli Djunaidi. Mappsc yang telah memberikan masukan sangat berarti di saat-saat menyelesaikan tesis ini dan atas kesediaannya sebagai penguji.

Terima kasih untuk Pak Moh. Arisman. PMP, P' Ir. Gede Yudasma, Dr. Felix, Ir. Bimo, Ir Jefri Chandra, Ir. Azil dan lain-lain yang selalu memberikan semangat dan bantuan dalam menyelesaikan studi dan tesis ini.

Untuk istriku Tantri, anakku Adit dan Dian, adik-adikku Kris, Dewi, Paulus, Tigor terima kasih atas semua bantuan dan doa. Maaf jika karena kuliah ini waktuku bersama kalian menjadi berkurang. Love u all, angels....

Untuk Bapak, Ibu, terima kasih atas do'a dan dukungannya selama ini.



DAFTAR ISTILAH

ANSI	: American National Standard Institute
ASMI	: The American Society of Mechanical Engineer
CCPS	: Center for Chemical Process Safety of AIChE
CPI	: Cost Performance Index
CV	: Cost Variance
D	: Dispersion
DJMBP	: Dirjen Mineral Batu Bara dan Panas Bumi
DOE	: Department of Energy
ENV	: Environment
FR	: Frequency Rate
HIRARCH	: Hazard Identification Risk Assessment and Risk control Hazard
HV	: High Value
II	: Importance Index
ISO	: International Organization for standardization
K3	: Kesehatan dan keselamatan kerja
LIF	: Leak Impact Factor
LV	: Leak Volume
MBA	: Malabar A
MBB	: Malabar B
MIGAS	: Minyak dan Gas
MSDs	: Musculoskeletal Disorders

OSHA	: Occupational Safety Health Act
PFD	: Process flow Diagram
PH	: Product Hazard
PLTP	: Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi
POP	: Population
PSM	: Process safety Management
R	: Receptors
RC	: Relative Risk Consequence
RR	: Rejection Rate
RS	: Relative Risk Schedule
RRC	: Relative Risk Cost
RRQ	: Relative Risk Quality
RPR	: Relative Public Risk
RRS	: Relative Risk Score
SAGS	: Steams Above Ground System
SPI	: Schedule Performance Index
SR	: Severity Rate
SV	: Schedule Variance
TLV	: Threshold Limit Value
TII	: Total Importance Index
WWU 2	: Wayang Windu Unit 2

DAFTAR ISI

Judul	Halaman
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISTILAH	
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Peertanyaan Penelitian.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.4.1 Tujuan Umum.....	4
1.4.2 Tujuan Khusus.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.5.1 Bagi Perusahaan.....	5
1.5.2 Bagi Peneliti.....	5
1.5.3 Bagi Institusi Pendidikan.....	6
1.6 Ruang lingkup penelitian.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 <i>Geothermal</i>	7

2.2	<i>Commissioning</i>	7
2.3	<i>Hazard Recognition</i>	9
2.4	Bahaya atau <i>Hazard</i>	10
2.5	Penilaian Bahaya / <i>Hazard</i>	11
2.6	Identifikasi bahaya atau <i>hazards</i>	12
2.6.1.	Identifikasi bahaya pada sumber fungsi pada tahapan <i>Commissioning pipa sags</i>	13
2.6.2.	<i>Industrial Hygiene</i>	14
2.6.3.	Identifikasi bahaya pada sumber <i>structure</i> pada <i>Commissioning</i> pipa sags.....	15
2.7	Resiko.....	18
2.7.1	Definisi Resiko.....	18
2.7.2	Manajemen Resiko.....	19
2.7.3	Identifikasi Resiko.....	21
2.8	Analisa Resiko.....	27
2.9	Penilaian Resiko.....	33
2.10	Matrik Penilaian Resiko.....	37
2.11	Evaluasi Resiko.....	37
2.12	Derajat Resiko.....	43
2.13	<i>Defenes / Proteksi / Protection</i>	44
2.14	<i>Damage</i>	58
2.15	Resiko Keuangan / <i>Finasial</i>	59

2.16	Proses Administrasi.....	61
2.17	Komunikasi dan Konsultasi.....	61
2.18	Penetapan Konteks Risiko.....	61
2.19	Pemantauan dan Peninjauan Ulang Resiko.....	62
BAB 3 KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP DAN		
	DEFINISI OPERASIONAL.....	64
3.1	Kerangka Teori.....	64
3.2	Kerangka Konsep.....	68
3.3	Definisi Operasional.....	70
	3.3.1 Identifikasi <i>Hazard</i>	70
	3.3.2 <i>Hazard</i> atau bahaya yang ada pada kegiatan <i>Commissionin</i>	71
3.4	Pengendalian dengan proteksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	73
BAB 4 METODOLOGI PENELITIAN.....		
4.1	Rancangan Penelitian	77
4.2	Waktu, Tempat dan Obyek Penelitian.....	78
	4.2.1 Waktu.....	78
	4.2.2 Tempat.....	78
	4.2.3 Obyek.....	78
4.3	Prosedur Penelitian.....	78
4.4	Metode Pengumpulan Data.....	82
BAB 5 GAMBARAN UMUM.....		
5.1	Profil Perusahaan.....	114

5.2	Lokasi Proyek PLTP Wayang Windu Unit 2.....	115
BAB 6 HASIL PENELITIAN.....		117
6.1	Identifikasi <i>Hazard Construction/oparation</i> Pada Tahapan <i>Commissioning</i>	117
6.2	Identifikasi <i>Hazard / Bahaya Pipeline</i>	136
6.2.1.	Komposisi <i>Steams</i>	136
6.2.2.	Tingkat <i>Hazard</i> pada <i>Thirt Party Damage</i>	137
6.2.3.	Tingkat <i>Hazard</i> pada <i>Corrosion Index</i>	138
6.2.4.	Tingkat <i>Hazard</i> pada <i>Design Index</i>	139
6.2.5.	Tingkat <i>Hazard</i> pada <i>Indek Kesalahan Opearasional</i>	140
6.2.5.	Dampak Kebocoran (<i>Leak Impact</i>)	142
6.3.	Identifikasi <i>Safety Management Performance Index</i>	143
BAB 7 PEMBAHASAN.....		144
7.1.	Manajemen Resiko untuk <i>K3 / HSE</i>	144
7.1.1	Analisa Resiko <i>Fungsi</i> pada tahapan <i>Commissioning</i> <i>Sags</i>	144
7.1.2	Analisa Resiko <i>structure</i> atau <i>pipeline</i> pada tahapan <i>Commissioning Sags</i>	145
7.1.3	Analisa Resiko tingkat efektifitas proteksi <i>K3</i> pada <i>Commussioning Sags</i>	147
7.2	Manajemen Resiko untuk <i>Economic</i>	147
7.3.	Program Computer Analisa Resiko proteksi <i>K3</i> pada <i>Commussioning Sags</i> Diagram alir:.....	151

BAB 8 KESIMPULAN DAN SARAN..... 152

8.1 Kesimpulan..... 152

8.2 Saran..... 154

DAFTAR PUSTAKA..... 155

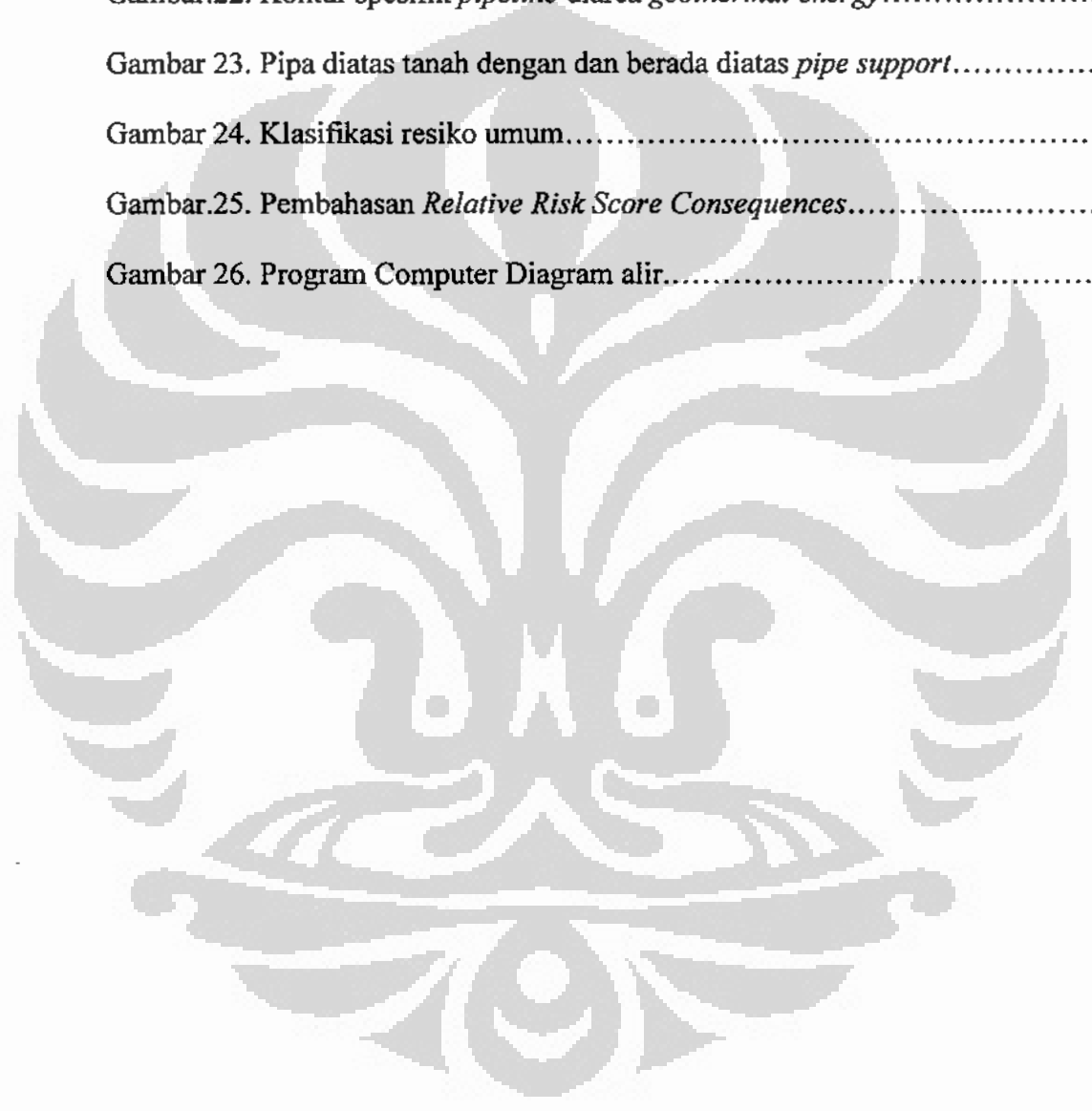
LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Judul	Halaman
Gambar 1. Siklus kegiatan pembangunan PLTP Wayang Windu Unit 2.....	2
Gambar 2. Diagram (PFD) tahapan <i>Commissioning</i>	8
Gambar 3. <i>The Process of risk management (ISO 1999)</i>	12
Gambar 4. Komponen Resiko.....	28
Gambar 5. Penilaian Resiko Pipa.....	38
Gambar 6. Proses Sistem manajemen.....	46
Gambar 7. <i>Basic Project Management Process</i>	52
Gambar 8. <i>Control Account Matrix</i>	55
Gambar 9. <i>The Role of Risk Management in Overall Program Management</i>	57
Gambar 10. Siklus didalam menjalankan TQM.....	58
Gambar 11. <i>Normograms for analyzing risk and cost justification</i>	60
Gambar 12. Mekanisme Penetapan Resiko.....	61
Gambar 13. Ikhtisar proses manajemen risiko.....	62
Gambar 14. Sebab Kecelakaan Industri.....	65
Gambar 15. Frank Bird Jr.	65
Gambar 16. Sebuah jalan peluru kecelakaan melaului.....	66
Gambar 17. <i>The Role of Risk Management in Overall Program Management</i>	68
Gambar 18. Kerangka Konsep.....	69

Gambar 19. Pendekatan penelitian.....	72
Gambar 20. Diagram alir prosedur penelitian.....	81
Gambar 21. Lokasi PLTP Wayang Windu Unit 2.....	114
Gambar.22. Kontur spesifik <i>pipeline</i> diarea <i>geothermal energy</i>	115
Gambar 23. Pipa diatas tanah dengan dan berada diatas <i>pipe support</i>	116
Gambar 24. Klasifikasi resiko umum.....	146
Gambar.25. Pembahasan <i>Relative Risk Score Consequences</i>	150
Gambar 26. Program Computer Diagram alir.....	151



DAFTAR TABEL

Judul	Halaman
Tabel 1. Kuantitatif Rating Paparan.....	13
Tabel 2. Rating Kualitatif.....	13
Tabel 3. Contoh Rating Semi Kuantitatif untuk H ₂ S.....	14
Tabel 4. <i>Pipeline Product</i>	16
Tabel 5. Kecepatan pelepasan produk berdasarkan Nilai RQ.....	17
Tabel 6. Pelepasan material berdasarkan berat molekul setelah 10 menit.....	17
Tabel 7. Kategori kepadatan penduduk.....	18
Tabel 8. Identifikasi resiko dan mitigasi untuk proyek WW unit 2.....	24
Tabel 9. Risk Matrik Kualitatif.....	31
Tabel 10. Semi-Quantitative representation.....	32
Tabel 11. <i>Hazard Severity Classification 1</i>	34
Tabel 12. <i>Hazard Severity Classification 2</i>	34
Tabel 13. <i>Hazard Severity Classification</i> proyek pembangunan PLTP WW Unit 2.....	35
Tabel 14. Risk Assessment Matrix.....	37
Tabel 15. Contoh Klasifikasi biaya (<i>cost</i>) untuk mengkoreksi resiko.	45
Tabel 16. Elemen PSM PT XYZ sesuai dengan CCPS.....	48
Tabel 17. <i>Third Party Index</i>	49
Tabel 18. Corrosion Index.....	49

Tabel 19. Design Index.....	50
Tabel 20. Incorrect Operation Index.....	51
Tabel 21. Kosep – konsep Integrasi.....	53
Tabel 22. Integrasi PSM.....	54
Tabel 23. CPI dan SPI.....	56
Tabel 24. <i>Hazards Industrial Hygiene</i> yang ada pada kegiatan <i>Commisioning</i>	71
Tabel 25. Bahan Kimia yang terdapat pada proses <i>commisioning</i>	71
Tabel 26. <i>Hazards</i> pada <i>pipeline</i>	72
Tabel 27. Elemen Sistem Manajemen K3 PT XYZ.....	73
Tabel 28. Definisi Operational.....	73
Tabel 29 Semi Kuantitatif Rating Paparan.....	84
Tabel 30. Rating Kualitatif.....	84
Tabel 31. <i>Rating Third Partay Index</i>	85
Tabel 32. Rating Corrosion Index.....	89
Tabel 33. Kriteria Coating and inspection.....	92
Tabel 34. Kriteria Coating Condition.....	96
Tabel 35. Penentuan skoring hubungan antara MAOP dan Environment.....	99
Tabel 36. <i>Rating Design Index</i>	101
Tabel 37. Hubungan antara MAOP dan Lifetime cycles.....	102
Tabel 38. <i>Rating Incorrect Operation Index</i>	105
Tabel 39. <i>Pipeline Product</i>	108
Tabel 40. Kecepatan pelepasan produk berdasarkan Nilai RQ	109

Tabel 41. Pelepasan material berdasarkan berat molekul setelah 10 menit.....	109
Tabel 42. Kategori kepadatan penduduk.....	109
Tabel 43. Kriteria / Point PSM PT Rekayasa Industri.	111
Tabel 44. Potensi Bahaya Pada Fungsi dalam Proses <i>Commissioning</i> untuk Pipa Penyalur Uap panas pada pembangkit tenaga listrik panas bumi Wayang Windu Unit 2.....	118
Tabel 45. Hasil Analisis Faktor – Faktor <i>Hazards</i> / Bahaya Fisik pada fungsi tahapan <i>commissioning sags</i> pada kegiatan <i>Tie – In</i>	121
Tabel 46. Hasil Analisis Faktor – Faktor <i>Hazards</i> / Bahaya Kimia Konstruksi / Operasi pada tahapan <i>commissioning sags</i> pada kegiatan <i>Tie – In</i>	122
Tabel 47. Hasil Analisis Faktor – Faktor <i>Hazards</i> / Bahaya Biologi, Ergonomi, Psiko - sosial pada fungsi pada tahapan <i>commissioning sags</i> pada kegiatan <i>Tie – In</i>	123
Tabel 48. Hasil Analisis Faktor – Faktor <i>Hazards</i> / Bahaya Fisik pada Fungsi tahapan <i>commissioning sags</i> pada kegiatan <i>Hydratest</i>	124
Tabel 49. Hasil Analisis Faktor – Faktor <i>Hazards</i> / Bahaya Kimia pada fungsi pada tahapan <i>commissioning sags</i> pada kegiatan <i>Hydratest</i>	125
Tabel 50. Hasil Analisis Faktor – Faktor <i>Hazards</i> / Bahaya Biologi,	

Ergonomi, Psiko - sosial pada fungsi pada tahapan <i>commissioning sags</i> pada kegiatan <i>Hydratest</i>	126
Tabel 51. Hasil Analisis Faktor – Faktor <i>Hazards</i> / Bahaya Fisik pada fungsi pada tahapan <i>commissioning sags</i> pada kegiatan <i>Flushing</i>	127
Tabel 52. Hasil Analisis Faktor – Faktor <i>Hazards</i> / Bahaya Kimia pada fungsi pada tahapan <i>commissioning sags</i> pada kegiatan <i>Flushing</i>	128
Tabel 53. Hasil Analisis Faktor – Faktor <i>Hazards</i> / Bahaya Biologi, Ergonomi, Psiko - sosial Konstruksi / Operasi pada tahapan <i>commissioning sags</i> pada kegiatan <i>Flushing</i>	129
Tabel 54. Hasil Analisis Faktor – Faktor <i>Hazards</i> / Bahaya Fisik pada fungsi pada tahapan <i>commissioning sags</i> pada kegiatan <i>Blowing</i>	130
Tabel 55. Hasil Analisis Faktor – Faktor <i>Hazards</i> / Bahaya Kimia pada fungsi pada tahapan <i>commissioning sags</i> pada kegiatan <i>Blowing</i>	131
Tabel 56. Hasil Analisis Faktor – Faktor <i>Hazards</i> / Bahaya Biologi, Ergonomi, Psiko - sosial pada fungsi pada tahapan <i>commissioning sags</i> pada kegiatan <i>Blowing</i>	132
Tabel 57. Hasil Analisis Faktor – Faktor <i>Hazards</i> / Bahaya Fisik pada fungsi pada tahapan <i>commissioning sags</i>	

pada kegiatan <i>Mechanical Cleaning</i>	133
Tabel 58. Hasil Analisis Faktor – Faktor <i>Hazards</i> / Bahaya Kimia pada fungsi pada tahapan <i>commissioning sags</i> pada kegiatan <i>Mechanical Cleaning</i>	134
Tabel 59. Hasil Analisis Faktor – Faktor <i>Hazards</i> / Bahaya Biologi, Ergonomi, Psiko - sosial pada fungsi pada tahapan <i>commissioning sags</i> Pada kegiatan <i>Mechanical Cleaning</i>	125
Tabel 60. Komposisi <i>Steams</i> pada PLTP Wayang Windu unit 2.....	136
Tabel 61. <i>Failure</i> Hasil pengukuran <i>Thirt Party Damage</i>	137
Tabel 62. <i>Failure</i> Hasil pengukuran <i>Corrosion Index</i>	138
Tabel 63. <i>Failure</i> Hasil pengukuran <i>Design Index</i>	139
Tabel 64. Indek Keasalahan Operasional.....	140
Tabel 65. Dampak Kebocoran.....	142
Tabel 66. <i>Safety Management Performance Index</i>	143
Tabel 67. Hasil analisa Pendekatan semi kuantitatif dan Kuantitatif.....	144
Tabel 68. Analisa Resiko Umum.....	146

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam 10 tahun terakhir ini pembangunan pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) di Indonesia mulai berkembang, karena sebagai salah satu pengganti sumber energi selain minyak dan gas yang cadangannya semakin menipis. Sumber Panas Bumi di Indonesia baru dimanfaatkan sebagai sumber energi pengganti sektor MIGAS sebesar 2% dari cadangan yang ada di Indonesia (sumber DJMBP 2007). Dalam hal ini pemerintah terus akan melakukan kegiatan pemanfaatan sumber daya energi diluar sektor MIGAS sampai pemenuhan sektor energi dapat terpenuhi dengan mengurangi penggunaan sumber daya energi dari sektor MIGAS. Dengan Kebijakan Pemerintah ini, maka akan berkembang pula industri panas bumi sebagai sumber energi. Seiring dengan bertumbuhnya pemanfaatan sumber panas bumi sebagai pembangkit tenaga listrik maka akan bertumbuh juga kegiatan konstruksi dalam tahapan pembangunan sumber energi ini di Indonesia.

PT XYZ dalam hal ini juga ikut berperan aktif dalam tahapan *engineering, procurement*, konstruksi industri energi PLTP ini, dalam 10 tahun terakhir ini PT XYZ sudah beberapa kali ikut serta dalam tahapan konstruksi pembangunan sumber energi ini (PLTP).

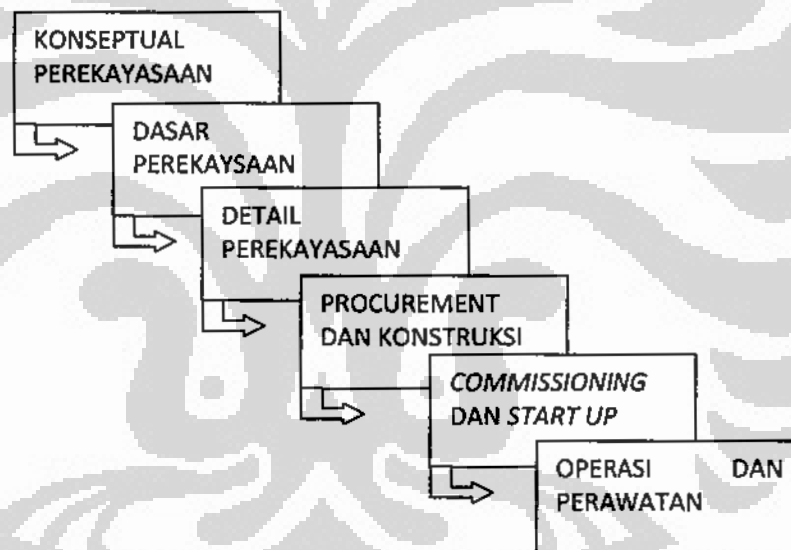
Adapun keikutsertaan PT. XYZ dalam hal ini antara lain:

1. Pembangunan PLTP Gunung Salak, 1995 - 1997
2. Pembangunan PLTP Wayang Windu 1, 1997 - 2000
3. Pembangunan PLTP Kamojang 4, 2006 - 2007

4. Pembangunan PLTP Lahendong 2, 2006 - 2007
5. Pembangunan PLTP Lahendong 3, 2007
6. Pembangunan PLTP Wayang Windu 2, 2007

Dalam kegiatan konstruksi tersebut PT XYZ mempunyai potensi keuntungan maupun resiko kerugian terhadap kegiatan ini. Dalam memproteksi potensi kerugian perusahaan salah satunya adalah melakukan proteksi kesehatan dan keselamatan kerja dalam aktivitasnya. Adapun siklus kegiatan *engineering, procurement*, dan konstruksi yang dilakukan antara lain:

Gambar 1. Siklus kegiatan pembangunan PLTP Wayang Windu Unit 2.



Dalam menjalankan tahapan-tahapan kegiatan *engineering, procurement*, konstruksi ini banyak potensi resiko kerugian perusahaan yang dihadapi pada setiap tahapan. Pada 5 tahun terakhir ini PT XYZ mengalami kerugian akibat kecelakaan pada tahapan *commissioning*, meskipun hal ini sudah diasuransikan, anatar lain data kecelakaan sebagai berikut:

- a. Kerusakan Furnish pada saat *commissioning* di proyek *Blue Sky Refinery* pada tahun 2005.

- b. Bocornya Reaktor Urea pada saat *commissioning* di proyek Kujang 1 B di tahun 2005.
- c. Rubuhnya Tanki air sirkulasi pada waktu tahapan *commissioning* pada kegiatan *pre-commissioning* di proyek Bioethanol Medco di Lampung pada tahun 2007
- d. Pada proyek PLTP Kamojang – 4 terjadi kerusakan pada separator dan pipe line pada tahapan kegiatan *commissioning* pada tahun 2007.
- e. Rubuhnya Crane di Proyek Tanki Cilacap pada tahapan *commissioning* baru-baru ini September 2008

1.2 Rumusan Masalah

Tahapan *Commissioning* adalah tahapan dimana dilakukan proses kegiatan akhir pada kegiatan konstruksi. Pada tahapan ini semua peralatan yang dibangun akan diuji secara individual maupun dalam suatu sistem jaringan dengan kemampuan tes sampai 100% kapasitas operasi atau produksi. Dalam hal ini resiko perusahaan untuk mendapat potensi kerugian dari kegiatan *commissioning* ini cukup besar, jika dilihat dari pengalaman proyek-proyek sebelumnya tahapan *commissioning* menyumbang banyak kecelakaan yang menimbulkan potensi kerugian pada perusahaan, meskipun dalam hal ini proteksi kesehatan dan keselamatan kerja melalui *process safety management* sudah dilakukan. Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi terhadap *process safety management* yang digunakan sebagai proteksi terhadap *hazards*/bahaya-bahaya yang ada pada kegiatan *commissioning* ini.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka pertanyaan dalam penelitian ini adalah:

- a. Apakah analisa resiko yang dilakukan sudah memasukkan hasil evaluasi faktor-faktor *Hazards* kesehatan dan keselamatan kerja pada tahapan *commissioning* di proyek PLTP Wayang Windu Unit 2?
- b. Berapa besar resiko relatif (*relative risk*) kerugian perusahaan yang dapat diproteksi dengan *process safety management* yang ada untuk mitigasi resiko kerugian perusahaan pada tahapan *commissioning* pada pembangunan PLTP?

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Secara umum tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar tingkat efektivitas proteksi K3 yang dilakukan untuk mencegah kerugian perusahaan pada tahapan kegiatan *commissioning* pipa *sags* pada pembangunan PLTP.

1.4.2 Tujuan Khusus

Secara khusus tujuan penelitian ini antara lain:

- a. Mengetahui faktor bahaya / *Hazard* terbesar yang akan dihadapi pada tahapan *commissioning* pipa *steams above ground systems (sags)* yang dapat menyebabkan kerugian perusahaan pada pembangunan PLTP Wayang Windu Unit 2 di PT XYZ.

- b. Mengetahui berapa besar tingkat efektivitas *process safety management* pada tahapan *commissioning* pipa *sags* dapat mencegah kerugian perusahaan dalam pembangunan PLTP Wayang Windu Unit 2 di PT XYZ.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Bagi Perusahaan

Memberikan informasi bagi PT XYZ untuk mengetahui gambaran bahaya / *Hazards* yang terjadi dalam tahapan *commissioning* pipa *sags* pada pembangunan PLTP dan gambaran sistem proteksi kesehatan dan keselamatan kerja yang digunakan untuk memproteksi bahaya / *Hazards* kegiatan ini sehingga:

- a. PT XYZ dapat melakukan evaluasi terhadap *process safety management system* yang dipakai.
- b. PT XYZ dapat melakukan evaluasi terhadap besarnya resiko yang dihadapi dalam pelaksanaan kegiatan *commissioning* pipa *sags* pada pembangunan PLTP.

1.5.2 Bagi Peneliti

- a. Menambah pengetahuan peneliti tentang *process safety management* sebagai salah satu proteksi potensi kerugian perusahaan pada tahapan *commissioning* pipa *sags*.
- b. Memperdalam dan mengembangkan pengetahuan bidang K3 sebagai aplikasi antara ilmu yang diperoleh selama kuliah, khususnya yang berhubungan manajemen resiko dan *process safety management*.

1.5.3 Bagi Institusi Pendidikan

- a. Mengembangkan ilmu bidang K3 terutama yang berkaitan dengan identifikasi bahaya / *Hazard*, Manajemen Resiko dan *process safety management*.
- b. Akan menjadi referensi dan bahkan menjadi dasar pada penelitian selanjutnya.

1.6 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah terbatas pada Bahaya / *Hazards* dan resiko proyek pembangunan PLTP Wayang Windu Unit 2 pada tahapan *commissioning Sags (Steams Above Ground Systems)*. Pendekatan penelitian ini menggunakan studi evaluasi dalam kerangka manajemen resiko untuk menilai efektivitas proteksi k3 yang dilakukan dalam memproteksi potensi kerugian perusahaan pada tahapan ini. Adapun obyek penelitian adalah pelaksanaan proyek PLTP Wayang Windu Unit 2 pada tahapan *commissioning* pipa *sags*, yang pelaksanaannya akan dilakukan pada bulan Oktober 2008.

Data yang ada adalah data berupa data penilaian resiko dalam tahapan konstruksi dan program K3 yang pernah dibuat sebelum kegiatan *commissioning* pipa *sags* dilakukan, adapun untuk data pengukuran *Hazards*, Resiko serta efektivitas proteksi k3 akan diambil selama proses kegiatan *commissioning* pipa *sags* dilakukan. Dalam hal ini penelitian akan dilakukan dengan studi evaluasi dengan melakukan pengukuran langsung di lapangan sampai pekerjaan *commissioning sags* pembangunan PLTP Wayang Windu Unit 2 ini selesai.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Geothermal*

2.1.1 Definisi *Geothermal*

Energi panas *geothermal* secara harafiah adalah panas yang dihasilkan dari fenomena geologi pada skala perplanetan. Mary H. Dickson and Mario Fanelli on February 2004: *What is Geothermal Energy*. Istituto di Geoscienze, e Georisorse, CNR, Pisa Italy. p.1.

Energi *geothermal* dihasilkan oleh inti bumi, temperatur yang sangat tinggi secara kontan diproduksi didalam bumi oleh pembusukan yang lama dari pertikel *radioactive*. Hal ini adalah prose alamiah yang ada di dalam bumi. Panas dari dalam bumi dapat dikumpulkan dan disalurkan kepipa-pipa dan langsung dihubungkan ke turbin untuk memproduksi listrik. *A Teacher's Guide to Energy on Public Land*. 2004.p.13

2.2 *Commissioning*

2.2.1 Definisi *Commissioning*

Commissioning adalah tahapan uji akhir dari suatu proyek dan melibatkan pengenalan untuk stock yang sudah disiapkan dalam suatu unit sebagai satu unit operasi. Richard Collins and Cellian Lawson. 1998: *Project Management for The Process Industries*, Inst of Chemical Engineers UK. Novo *Section 1*, p 120.

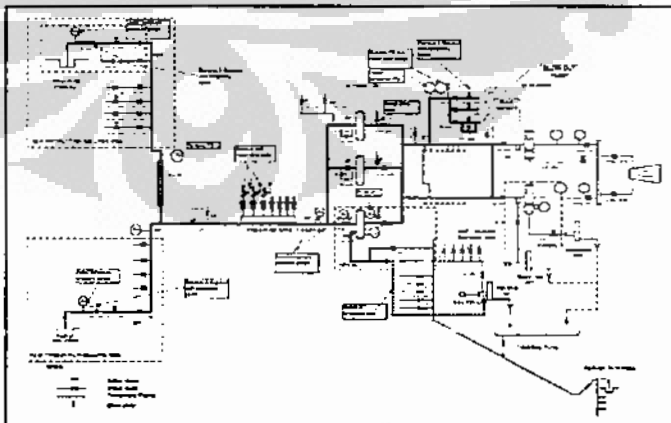
Commissioning dapat membawa kematian suatu perencanaan kehidupan konstruksi dan kematian pruduksi sebuah produk untuk suatu rancangan dan kualitas di dalam perusahaan tertentu untuk suatu proyek yang besar.

Commissioning dapat dibagi didalam sub tahapan dalam industri yaitu *pre – commissioning* dan *commissioning*. Perpindahan *pre commissioning* ke *star up* ketika beberapa peralatan atau sistem sedang dikonstruksi maka keselamatan kerja menjadi sangat penting. Richard Collins and Cellian Lawson. 1998: *Project Management for The Process Industries*, Inst of Chemical Engineers UK. Novo Section 1, p 120.

Commissioning di definisikan "... suatu proses sistematis yang memastikan semua sistem elemen secara interaktif dan terus menerus sesuai dokumen tujuan rancangan dan kebutuhan pemilik bangunan. *The IESNA Handbook, 9th Edition 2006*.

Commissioning melibatkan prosedur – prosedur pengaturan peralatan, kalibrasi, pengaturan kontrol input dan tuning kesiapan sistem lokasi dan kondisi dimana sudah terpasang. Tahap pertama pada tahapan *commissioning* adalah melakukan verifikasi bahwa peralatan sudah benar terpasang dan berfungsi sesuai fungsinya. Selain itu bahwa *Commissioning* adalah berbeda untuk sistem yang berbeda.

Gambar 2. Diagram (PFD) tahapan *Commissioning Sags*.



Tahapan diagram alir diatas (*PFD*) adalah sebagai berikut:

1. Melakukan *steam Flushing / Bleeding* pada sumur MBA dan MBB untuk pembersihan pipa dari kotoran yang terbawa dari dalam bumi serta melakukan *injection NaOh* untuk mengurangi tingkat H_2S yang terbawa oleh steam.
2. Setelah *Steam* pada sumur dinyatakan bersih kemudian *Steam* dialirkan dari sumur MBA dan MBB melalui pipa ke *separator, rock muffler* sampai ke *scrubber* dengan *pressure* rendah untuk *heating up*.
3. Setelah di lakukan inspeksi bahwa pipeline pada saat *heating up*, kemudian secara bertahap akan secara perlahan *pressure* akan dinaikan, dari *10 Barg* bertahap sampai *35 barg* pada sumur, sedang pada outlet scrubber dari *2 barg* sampai *14 barg*, hal ini dilakukan pada saat *full blowing pressure*.

Dalam pelaksanaan *commissioning* pipa sags pada pembangunan PLTP ini pada kegiatannya merupakan sumber dari *hazards* atau bahaya yang dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan, oleh sebab itu maka perlu dilakukan *recognition* terhadap kegiatan *commissioning* pipa sags pada pembangunan PLTP ini.

2.3 Hazard Recognition

Suatu tindakan pengenalan atau mulai sadar untuk sebuah bahaya atau situasi atau kondisi penuh resiko bahaya. LM DESHMUKH. 2006, *Industrial Safety Management*. Tata Mcgraw-Hill Publishing Company Limited, Delhi. p 338.

2.4 Bahaya atau Hazard

Bahaya / *Hazard* adalah satu kondisi atau situasi fisik dengan suatu potensial konsekuensi yang tidak diinginkan seperti ancaman untuk kehidupan. LM DESHMUKH. 2006, *Industrial Safety Management*. Tata Mcgraw-Hill Publishing Company Limited, Delhi, p 337.

Sebuah bahaya / *hazard* adalah meningkatnya dari suatu ancaman kehidupan, kesehatan, properti, atau lingkungan. Wikipedia.

Sumber *Hazards* atau bahaya pada *commissioning* pipa sags PLTP yaitu antara lain:

1. Pada kegiatan *Pre-Commissioning*
 - a. Sumber pada kegiatan *Tie-In*
 - b. Sumber pada kegiatan *Hydrotest* atau *Pressure Test (MOAP)*

Pada kegiatan ini jika dikelompokkan mempunyai 2 kelompok bahaya / *Hazards* yaitu:

1. *Hazards*/bahaya bersumber pada *structure*
2. *Hazards*/bahaya bersumber pada fungsi dari kegiatan tersebut.

2. Pada kegiatan *Commissioning*
 - a. Sumber pada kegiatan *Bleeding/Flushing*
 - b. Sumber pada kegiatan *Blowing*

Pada kegiatan ini juga, jika dikelompokkan mempunyai 2 kelompok bahaya / *Hazards* yaitu:

1. *Hazards*/bahaya bersumber pada *structure*
 2. *Hazards*/bahaya bersumber pada fungsi dari kegiatan tersebut.
- c. Sumber pada kegiatan *Mechanical Cleaning*

Pada kegiatan ini *Hazards* atau bahaya hanya ada pada *fungsi* yaitu kegiatan pada pembersihan peralatan yang telah dilakukan tes.

Dalam hal ini diperlukan penilaian bahaya atau *hazards* untuk mengetahui bahaya yang terdapat pada kegiatan *commissioning* pipa *sags* dalam pembangunan PLTP ini.

2.5 Penilaian Bahaya / *Hazard*

Sebuah analisa dan evaluasi untuk bagian – bagian bahaya fisik, kimia dan biologi. LM DESHMUKH. 2006, *Industrial Safety Management*. Tata Mcgraw-Hill Publishing Company Limited, Delhi. p 337.

Pada kegiatan *commissioning* pipa *sags* dalam pembangunan PLTP ini faktor – faktor *hazards* atau bahaya-bahaya itu dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Faktor bahaya dari sumber fungsi antara lain adalah:
 - a. Faktor bahaya Fisik, antara lain: debu, panas, kebisingan, pencahayaan, radiasi dan lain-lain.
 - b. Faktor bahaya Kimia, antara lain : Gas beracun
 - c. Faktor bahaya Biologi, antara lain; cacing, bakteri dan lain-lain
 - d. Faktor bahaya Ergonomi, antara lainL: *MSDs, lifting, hand activities level, hand arm vibration* dan lain-lain
 - e. Faktor bahaya Phisiko-sosial, antara lain: Stress dan lain-lain
2. Faktor bahaya dari sumber *structure* adalah sumber bahaya dari *pipeline* antara lain:
 - a. *Product Hazard (PH)*
 - b. *Leak Volume (LV)*
 - c. *Dispersion (D)*

d. *Reseptor (R)*

Faktor diatas disebut dengan faktor bahaya *Leak Impact Factor*.

Formula dari faktor ini adalah sebagai berikut:

$$LIF = \text{Product Hazards (PH)} \times \text{Leak Volume (LV)} \times \text{Dispersion (D)} \times$$

Reseptor (R).

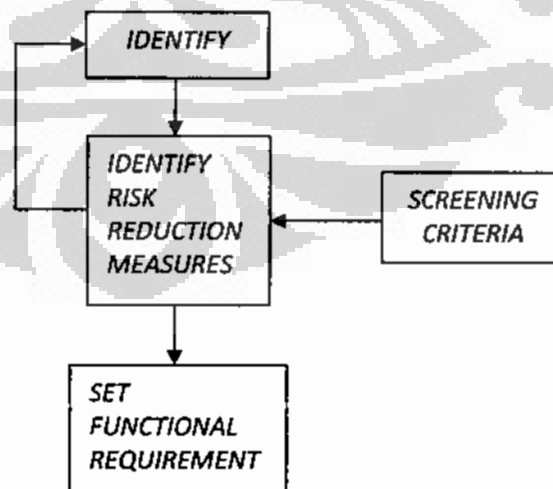
W. Kent Muhlbauer. 2004, *Pipeline risk management ideas, techniques, and resources*, Elsevier, Burlington, p 133.

Setelah mengetahui semua bahaya lewat paparan suatu agen maka dilakukan penentuan penyebab potensi suatu resiko melalui proses identifikasi bahaya atau *hazards*.

2.6 Identifikasi bahaya atau hazards

Suatu proses penentuan apakah paparan suatu agen dapat menyebabkan naik dan menurunnya sebuah kejadian yang tidak diinginkan dalam sebuah kondisi. LM DESHMUKH. 2006, *Industrial Safety Management*. Tata Mcgraw-Hill Publishing Company Limited, Delhi. p 338.

Gambar. 3. *The Process of risk management (ISO 1999)*



Sumber : ISO (1999), *Petroleum and Natural Gas Industries*, International Standard ISO 17776, International Organisasi for Standardization.

2.6.1. Identifikasi bahaya pada sumber fungsi pada tahapan *Commissioning* pipa sags.

Identifikasi faktor *Hazard* atau bahaya pada sumber bahaya fungsi pada tahapan *Commissioning* ini antara lain dapat dilakukan dengan berbagai pengukuran kriteria sebagai berikut :

Tabel 1. Kuantitatif Rating Paparan

Kategori	Gambaran
0 Tidak ada paparan	<i>Concentration 0</i>
1 Rendah paparan	<i>Conc. < 0.2 Standard/TLV</i>
2 Paparan <i>Moderate</i>	<i>Conc. < 0.5 Standard/TLV</i>
3 Paparan Tinggi	<i>Conc. < Standard/TLV</i>
4 Paparan sangat Tinggi	<i>Conc. > Standard/TLV</i>

Sumber: *NFPA 704 Rating System*

Tabel 2. Rating Kualitatif

Kategori	Gambaran
0 - Tidak ada papran	Tidak ada kontak dengan agen
1 - Rendah paparan	Kontak dengan agen pada konsentrasi rendah
2 - Paparan <i>Moderate</i>	Kontak dengan agen kadang-kadang rendah konsentrasi kadang-kadang tinggi konsentrasi
3 - Paparan Tinggi	Frekuensi kontak dengan agen pada konsentrasi tinggi
4 - Paparan sangat Tinggi.	Frekuensi kontak dengan agen pada konsentrasi sangat tinggi

Sumber: *NFPA 704 Rating System*

Tabel 3. Contoh Rating Semi Kuantitatif untuk H₂S

CATEGORY	EXPOSURE OF H ₂ S (DOSE/CONC)
0	0 - 5 ppm
1	6 - 10 ppm
2	11 - 20 ppm
3	21 - 60 ppm
4	> 61 ppm

Sumber : *Rating National Fire Protection Association (NFPA) 704:*

0—bahan biasa, 1-agak berbahaya,2—berbahaya, 3—sangat berbahaya,
4 – mematikan.

2.6.2. Industrial Hygiene

Industrial Hygiene adalah ilmu dan seni untuk mengantisipasi, recognition, evaluasi dan control faktor-faktor lingkungan yang timbul ditempat kerja yang menyebabkan sakit akibat kerja, gangguan dan menurunnya kesehatan, kegelisahan antar pekerja atau diantara masyarakat *komonitas*. Barbara A. Plog, MPH, CIH, CIP. 2002. *Fundamental Of Industrial Hygiene*, National Safety Council. Quinlan. p.3

Threshold Limit Value (TLV) adalah petunjuk yang digunakan oleh para profesional Higiene Industri untuk mengevaluasi dan mengontrol bahaya kesehatan ditempat kerja. *Threshold Limit Value (TLV)* adalah melihat konsentrasi unsur-unsur bahan kimia diudara dan mempresentasikan kondisi-kondisi itu sebagai pedoman bahwa semua pekerja yang berulangkali terpapar, dari hari ke hari seumur hidupnya tanpa mempengaruhi dampak kesehatan. Kemper Meadow Drive. 2007. *Threshold Limit Values for Chemical Substance , and Physical Agents*, ACGIH. p. 3

2.6.3. Identifikasi bahaya pada sumber *structure* pada *Commissioning* pipa sags.

Identifikasi bahaya pada sumber *structure* yaitu pada pipeline adalah dengan mengukur secara kuantitatif *leact Impact Factor* yang ada. *Leak Impact Factor* adalah besaran risiko atau bahaya yang ada dalam operasi pipa baik dari produk yang mengalir atau dampak bocoran terhadap lingkungan sekitarnya.

$$\text{Leak Impact Factor} = \text{Product Hazard (PH)} \times \text{Leak Volume(LV)} \times \text{Dispersion (D)} \times \text{Reseptors (R)}$$

W. Kent Muhlbauer. 2004, *Pipeline risk management ideas, techniques, and resources*, Elsevier, Burlington, p 133

A. *Product Hazard (Acute + Chronic Hazard)* 0 – 22 points

A.1. *Acute Hazards*

a. *nf*..... 0 – 4 pts

b. *nr*..... 0 – 4 pts

c. *nh*..... 0 – 4 pts

Total (*nf + nr + hh*)..... 0 – 12 pts

A.2. *Chronic Hazard (RQ)*..... 0 – 10 pts

B. *Leak Volume (LV)*

C. *Dispersion (D)*

D. *Reseptors (R)*

D.1. *Population Density (POP)*

D.2. *Environmental Consideration (ENV)*

D.3. *High Value Areas (HVA)*

Total (*POP+ENV+HVA*)

Penilaian *Hazard* / Bahaya terhadap kebocoran pipa ke udara adalah seperti tertera dalam tabel berikut ini.

Tabel 4. *Pipeline Product*

<i>Product</i>	<i>Boiling Pt (F)</i>	<i>Health Hazard (Nh)</i>	<i>Fire Hazard (Nf)</i>	<i>Reactive Hazard (Nr)</i>	<i>RQ points²</i>
Benzene	176	2	3	0	8
1,3-Butadiene	24	2	4	2	10
Butane	31	1	4	0	2
Carbon Monoxide	-314	2	4	0	2
Chlorine		3	0	0	8
Ethane	-128	1	4	0	2
Ethyl Alcohol	173	0	3	0	4
Ethylbenzene	277	2	3	0	4
Ethylene	-155	1	4	2	2
Ethylene glycol	387	1	1	0	6
Fuel Oil (#1 - #6)	304-574	0	2	0	6
Gasoline	100-400	1	3	0	6
Hydrogen	-422	0	4	0	0
Hydrogen sulfide	-76	3	4	0	6
Isobutane	11	1	4	0	2 ^b
Isopentane	82	1	4	0	6
Jet Fuel A & AI		0	2	0	6
Jet Fuel A & AI		1	3	0	6
Kerosene	304-574	0	2	0	6
Methane	-259	1	4	0	2
Mineral Oil	680	0	1	0	6
Nephtalene	424	2	2	0	6
Nitrogen		0	0	0	0
Petroleum (crude)		1	3	0	6
Propane	-44	1	4	0	2
Propylene	-53	1	4	1	2
Toluene	231	2	3	0	4
Vinyl Chloride	7	2	4	1	10
Water	212	0	0	0	0

W. Kent Muhlbauer. 2004, *Pipeline risk management ideas, techniques, and resources*, Elsevier, Burlington, p 133.

Perhitungan *score* kecepatan pelepasan produk antara lain seperti tabel berikut:

Tabel 5. Kecepatan pelepasan produk berdasarkan Nilai RQ

RQ (lb)	Points
None	0
5000	2
1000	4
100	6
10	8
1	10

W. Kent Muhlbauer. 2004, *Pipeline risk management ideas, techniques, and resources*, Elsevier, Burlington, p 133.

Perhitungan *Spill Score* antara lain sebagai berikut:

Tabel 6. Pelepasan material berdasarkan berat molekul setelah 10 menit

MW/BW	0 – 5.000	5.000 – 50.000	50.000 – 500.000	> 500.000
=> 50	4	3	2	1
28 – 49	5	4	3	2
<=	6	5	4	3

W. Kent Muhlbauer. 2004, *Pipeline risk management ideas, techniques, and resources*, Elsevier, Burlington

Perhitungan *population density* adalah sebagai berikut sesuai tabel:

Tabel 7. Kategori kepadatan penduduk

Kategori	Kriteria jumlah bangunan dalam wilayah sepanjang 8 Km, lebar 0.4 KM	Nilai Resiko
A	0 s/d 10	1
B	10 s/d 46	2
C	>46	3
D	>46 dan bertingkat	4

W. Kent Muhlbauer. 2004, *Pipeline risk management ideas, techniques, and resources*, Elsevier, Burlington

Dari gambaran lokasi *pipeline* pada PLTP biasanya juga terletak di daerah pegunungan dengan kontur tanah yang tidak rata dan cenderung naik turun perbukitan ditambah dengan curah hujan yang tinggi serta *steam* yang dialirkan mempunyai tingkat *corrosive* yang tinggi, hal ini menambah besar faktor bahaya pada *structure pipeline* yang ada. Dari pengalaman PLTP di Dieng yang mengalami suatu *accident* dengan *pipeline* yang meledak, maka faktor *design pipeline* sangat menentukan dalam menjamin pipeline aman dioperasikan.

2.7 Resiko

Dengan menilai faktor bahaya atau *Hazards* yang ada pada proses *Commissioning* pipa *sags* pada pembangunan PLTP, maka akan ada potensi jumlah frekuensi paparan dan tingkat *severity*, hal ini akan ada potensi resiko kerusakan, kerugian pada perusahaan pada pembangunan PLTP ini.

2.7.1. Definisi Resiko

Potensi yang terjadi yang tidak dikehendaki, yang berakibat merugikan kepada hidup manusia, atau lingkungan; Penilaian resiko pada umumnya

berdasarkan pada nilai kondisi probabilitas kali konsekwensi yang diberikan dan hal itu sudah terjadi. LM DESHMUKH. 2006, *Industrial Safety Management*. Tata Mcgraw-Hill Publishing Company Limited, Delhi .p348.

Menurut D. Rowe resiko sebagai perwujudan yang tidak dikehendaki, konsekwensi negatif dari sebuah kejadian. Ada beberapa definisi untuk resiko, secara umum untuk Kesehatan dan keselamatan kerja resiko disimpulkan untuk sebuah konsep kuantitatif. Resiko adalah produk dari tingkat kekerapan (*frequency*) dan tingkat kepaahan (*severity*) untuk potensi kerugian.

Risk Aversion adalah tindakan yang diambil untuk mengontrol atau mengurangi resiko. Roger L Brauer. 1990, *Safety and Health for Engineer*, Van Nostrand Reinhold, New York, p.527.

2.7.2. Manajemen Resiko

Setelah mengetahui tingkat *Hazards* pada kegiatan *commissioning* pipa sags pada pembangunan PLTP yang akan menimbulkan resiko, maka diperlukan manajemen resiko untuk mengedalikan *losses* atau kerugian perusahaan pada sebab kegiatan ini.

Penerapan manajemen risiko antara lain:

Membantu pemilihan dan penetapan lokasi aset dengan cara melakukan evaluasi terhadap lokasi aset.

1. Membantu pemilihan dan penetapan metode dan rute transportasi bahan berbahaya dengan cara melakukan evaluasi terhadap bahaya yang dihadapi dalam proses transportasi bahan.
2. Membantu pemilihan dan penetapan perbaikan desain yang harus dilakukan untuk meningkatkan keselamatan proses.

3. Melaksanakan analisis awal terhadap suatu fasilitas atau aset untuk menetapkan tindakan perbaikan dan peningkatan yang diperlukan.
4. Membuat dan mengembangkan skenario peristiwa-peristiwa yang dapat terjadi (*what if scenario*).
5. Evaluasi teknologi baru dan teknologi yang ada untuk mengefektifkan pencegahan, pengendalian dan penanganan bahaya serta resiko.

Menyediakan data sebagai dasar program manajemen risiko dan program pengurangan risiko. Kolluru, Rao V. 1996 . *Risk Assessment And Management A Unified Approach*. MCGraw-Hill Inc. New York, p.1-19

Dalam manajemen resiko melibatkan lima komponen, antara lain:

1. Identifikasi resiko
2. Analisa resiko
3. Eliminasi atau pengurangan resiko
4. Resiko-resiko pembiayaan
5. Administrasi proses manajemen resiko

Tujuan dari manajemen resiko dapat didefinisikan dalam dua group, yaitu *tujuan preloss* dan *post loss*. *Preloss* ditujukan pada berbagai hal yang dapat terjadi. *Postloss* tujuannya melibatkan sumberdaya untuk pemulihan dengan cepat dan dengan sepenuhnya dari sebuah kerugian. Roger L. Brauer. 1990, *Safety and Health for Engineer, Van Nostrand Reinhold, New York, p.528*.

Proses manajemen risiko didefinisikan sebagai penerapan yang sistematis pada kebijakan manajemen, prosedur dan aktifitas untuk kegiatan komunikasi, penetapan konteks, identifikasi, analisis, evaluasi, penanganan,

pengawasan dan peninjauan ulang risiko Standard Australia International,2004.
Risk management AS/NZS 4360:1999. Standard Association of Australia, p.4.

2.7.3. Identifikasi Resiko

Identifikasi resiko merupakan suatu proses mengidentifikasi peristiwa yang dapat menyebabkan terjadinya kerugian. Identifikasi resiko untuk mengetahui apa, mengapa, kapan dan bagaimana peristiwa tersebut dapat terjadi. Proses identifikasi memungkinkan sumber resiko dampak resiko diketahui secara lengkap Standard Australia International,2004. *Risk management AS/NZS 4360:1999*. Standard Association of Australia. p.8.

Metode identifikasi resiko antara lain dengan melaksanakan *walk trough survey*, studi dokumen serta analisis data dan peristiwa yang sudah terjadi sebelumnya. Alat-alat bantu dalam melaksanakan identifikasi resiko antara lain adalah *What if checklist, hazard operability study, failure mode dan effect analysis, fould tree analysis, process hazard analysis, job safety analysis dan job hazard analysis*.

2.7.3.1. Identifikasi Resiko untuk Proyek PLTP Wayang Windu Unit 2 oleh PT XYZ.

Dalam hal identifikasi resiko untuk total identifikasi proyek Wayang Windu juga telah dilakukan sebelumnya. Risiko yang potensi muncul dengan mempertimbangkan kondisi serta memperhitungkan probabilitas kemungkinan kemunculan risiko dan dampak yang diakibatkannya maka sumarry risiko untuk proyek Rekin tahun 2008-2009 adalah sebagai berikut:

1. Kenaikan harga material: HIGH

2. Load pekerjaan subkontraktor sangat tinggi akan menghambat penyelesaian proyek: HIGH
3. Kurangnya qualified manpower untuk eksekusi proyek: HIGH
4. Misdesign: LOW
5. Late delivery equipment: MEDIUM
6. Kenaikan BQ: MEDIUM
7. Kenaikan harga BBM: HIGH
8. Gangguan masyarakat sekitar lokasi proyek: LOW
9. Kurang baiknya koordinasi pelaksanaan pekerjaan internal Rekin: HIGH

Aspek Umum yang dipertimbangkan oleh PT XYZ untuk identifikasi resiko dalam proses kegiatan konstruksi adalah sebagai berikut:

Resiko Internal:

1. Tenaga Kerja
 - Pengelola, Pengawas dan Pelaksana
2. Sarana Prasarana
 - a. Alat Kerja
 - Alat Kerja Utama
 - Alat Kerja Penunjang
 - b. Tempat Kerja dan Fasilitas
 - Tempat Kerja
 - Fasilitas terkait ditempat kerja (Listrik, air, telepon, Ac dll)
3. Matrial untuk pasokan dan masukan kegiatan
 - a. Bahan dari internal dan eksternal
 - Bahan Utama

- Bahan Penunjang

4. Dana atau finansial

- Dana Internal dan eksternal

5. Data dan informasi

- Dari Internal dan eksternal

6. Produk

- Produk Akhir

- Produk setengah jadi

Resiko Eksternal:

1. Sosial Politik, budaya dan keamanan

2. Ekonomi dan Pasar

3. Hukum

4. Peristiwa alam

5. Teknologi

Dalam hal ini PT XYZ juga membuat identifikasi Resiko secara khusus dalam mengantisipasi kerugian perusahaan dalam melakukan tahapan kegiatan pembangunan PLTP Wayang Windu Unit 2, adapun faktor – faktor resiko yang ada antara lain dalam proses pembangunan proyek PLTP Wayang Windu Unit 2 antara lain adalah sebagai berikut:

TABEL 8. IDENTIFIKASI RESIKO DAN MITIGASI UNTUK PROYEK WW UNIT 2 SEBELUM PELAKSANAAN PROYEK

NO	IDENTIFIKASI RESIKO	DAMPAK RISIKO	FREKUENSI RESIKO	PROBABILITY	LEVEL RESIKO	MITIGASI / RESPON
1	Fast track in tight schedule	Menengah	Tinggi	Sedang	3	Gunakan kritikal analisis dan strength theoning PC team
2	Lack of knowledge	Tinggi	Rendah	Sedang	2	Gunakan geothermal expat dari luar negeri
3	Peraturan DJMB untuk tes tekan dengan air	Menengah	Rendah	Sedang	2	Memungkinkan meminta dan pendekatan ke DJMBP
4	Kegagalan performance test di jalur pipa	Sangat Tinggi	Rendah	Suit terjadi	1	Tingkatkan tinjau ulang oleh expat dan gunakan garanti dari lesensor
5	Memperhatikan ketidakpastian harga bahan dasar pipa	Tinggi	Sedang	Sedang	2	Contingency
6	Menurunkannya harga untuk vendor	Sedang	Sedang	Sedang	2	Binding
7	Kesalahan Design yang berpengaruh pada struktur dan kedalaman lubang pile.	Rendah	Rendah	Suit terjadi	3	Melakukan constructability dan rekayasa nilai
8	Overlook BQ dan peraturan	Tinggi	Rendah	Suit terjadi	3	Contingency

TABEL 8. IDENTIFIKASI RESIKO DAN MITIGASI UNTUK PROYEK WW UNIT 2 SEBELUM PELAKSANAAN PROYEK

NO	IDENTIFIKASI RESIKO	DAMPAK RISIKO	FREQUENSI RESIKO	PROBABILITY	LEVEL RESIKO	MITIGASI / RESPON
9	Subkontraktor tidak dapat bekerja dengan baik	Tinggi	Rendah	Sulit terjadi	3	Seleksi sub kontraktor
10	Kondisi iklim karena hujan berkepanjangan	Tinggi	Tinggi	Sering terjadi	2	Melakukan pekerjaan konstruksi lebih awal untuk mensupport schedule
11	Masalah lingkungan masyarakat	Rendah	Tinggi	Mungkin terjadi	3	Buat Community Development program
12	Kesalahan menginterpretasikan kontrak	Tinggi	Rendah	Sulit terjadi	3	Melibatkan corporate legal dan prinsipal
13	Kenaikan harga BBM	Rendah	Rendah	Sedang	4	Contingency
14	Force Majeure	Tidak diketahui	Tidak diketahui	Jarang terjadi		
15	Bekerja di existing	Rendah	Sedang	Sering terjadi	3	Transder ke perusahaan asuransi Gunakan kontener yang terbuka atas
16	Kerusakan dan kehilangan material pipa elbow selama pengiriman dari china	Menengah	Rendah	Sedang	2	Gunakan pihak ketiga untuk mengasuransikan kondisi ini

TABEL 8. IDENTIFIKASI RESIKO DAN MITIGASI UNTUK PROYEK WW UNIT 2 SEBELUM PELAKSANAAN PROYEK

NO	IDENTIFIKASI RESIKO	DAMPAK RISIKO	FREKUENSI RESIKO	PROBABILITY	LEVEL RESIKO	MITIGASI / RESPON
17	Kerusakan peralatan separator selama perjalanan pengiriman	Menengah	Tinggi	Sering terjadi	2	Forwarder harus memberikan garanti Lakukan Pre - Trip Inspektion Langsung lakukan supervise dang pengawalan
18	Batu didalam tanah harus dapat dipecah	Tinggi	Tinggi	Mungkin terjadi	4	Buat sket dilapangan (gunakan pondasi bantalan)
19	Kabel Existing bawah tanah	Tinggi	Tinggi	Mungkin terjadi	4	Identifikasi posisi kabel sebelum penggalian Gunakan trial manual digging
20	Kehilangan aluminium untuk isolasi pipa	Menengah	Sedang	Mungkin Terjadi	4	Kehilangan diasuransikan

2.8. Analisa Resiko

Sebuah detail pengujian termasuk penilaian resiko, evaluasi resiko, dan alternatif manajemen resiko, yang dilakukan untuk mengerti konsekuensi yang tidak diinginkan untuk kehidupan manusia, kesehatan, properti atau lingkungan, sebuah proses analisa yang menyediakan informasi mengenai kejadian yang tidak diinginkan. LM DESHMUKH. 2006, *Industrial Safety Management*. Tata Mcgraw-Hill Publishing Company Limited, Delhi. p 349.

Analisa resiko adalah teknik – teknik aplikasi kualitatif atau kuantitatif untuk potensi resiko. Hal ini untuk mengurangi ketidak pastian dalam pengukuran resiko dan biasanya melibatkan tingkat kekerapan (*frequency*) dan tingkat keparahan (*severity*). Hal ini mengukur kematian, luka karena kecelakaan (*injury*), penyakit akibat kerja, atau kerusakan peralatan serta termasuk kerugian tingkat finansial. Roger L Brauer. 1990, *Safety and Health for Engineer*, Van Nostrand Reinhold, New York, p.529.

2.8.1. Frequency

Frequency adalah kemungkinan dari kejadian dari suatu peristiwa sekali per minggu, atau sekali per tahun atau sekali setiap 100 tahun. Roger L Brauer. 1990, *Safety and Health for Engineer*, Van Nostrand Reinhold, New York, p.527.

Frequency Rate (FR)

$$FR = \frac{\text{Jumlah kejadian Kecelakaan (Recordable Cases)}}{\text{Jumlah Jam kerja}} \times 1.000.000$$

Ansi.Z.1.6.1

$$FR = \frac{\text{Jumlah kejadian Kecelakaan (Recordable Cases)}}{\text{Jumlah Jam kerja}} \times 200.000$$

Jumlah Jam kerja

OSHA CFR 1926

2.8.2. Severity

Severity adalah potensi kerugian ketika sebuah peristiwa terjadi.

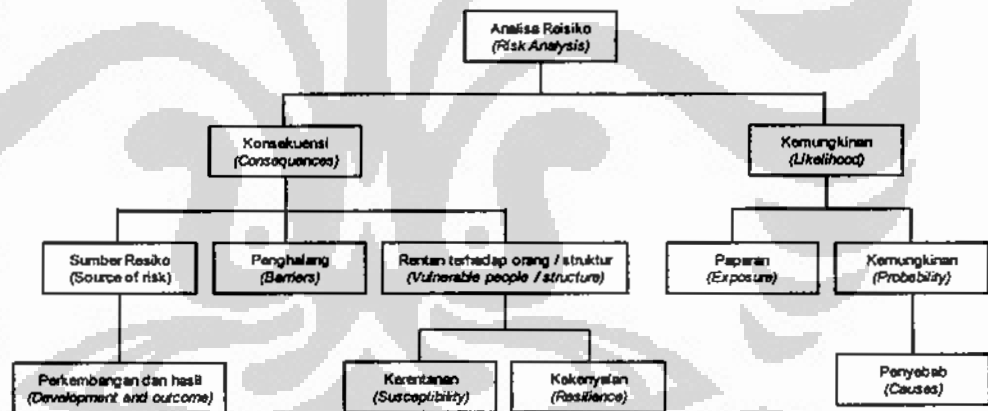
Severity Rate (SR)

$$SR = \frac{\text{Jumlah Hari Hilang}}{\text{Jumlah Jam Kerja}} \times 1.000.000$$

Ansi.Z.1.6.1

$$SR = \frac{\text{Jumlah Hari Hilang}}{\text{Jumlah Jam Kerja}} \times 200.000$$

OSHA CFR 1926



Gambar 4. Komponen Resiko

Sumber : SAFE 9350 Risk Management by Professor Jean Cross

2.8.3. Kemungkinan (Likelihood)

Hal ini didefinisikan sebagai ketika suatu perubahan dari suatu peristiwa benar-benar terjadi. Dalam konteks manajemen resiko peristiwa yang disebut adalah apapun peristiwa yang boleh menyebabkan luka atau merugikan untuk

seseorang. Ketika membuat sebuah *risk assessment* untuk kemungkinan, maka harus menetapkan kategori untuk menguraikan resiko dari suatu peristiwa, misalnya:

- 1 *Very Likely* : sering dapat terjadi
- 2 *Likely*: adakalanya dapat terjadi
- 3 *Unlikely*: dapat terjadi tetapi jarang
- 4 *Highly Unlikely*: dapat terjadi tetapi kemungkinan tidak akan terjadi.

Ketika mengevaluasi kemungkinan suatu kecelakaan, suatu faktor yang akan memodifikasi kategori kemungkinan adalah tingkat paparan.

Exposure / paparan adalah sebuah pengukuran seberapa sering atau berapa lama seseorang terpapar secara aktual suatu bahaya / *hazard*.

Beberapa contoh antara lain:

- 1 *Very Rare* : Sekali per tahun atau kurang
- 2 *Rare* : Kurang dari sekali per tahun
- 3 *Unusual* : Sekali per bulan
- 4 *Occasional*: Sekali per minggu
- 5 *Frequent*: Setiap hari
- 6 *Continuous* : terus menerus

Stuart Hawthorn.2006.*Risk Management Process*. WorkSafe. Western.p.17

2.8.4. *Consequences*

Consequences adalah suatu ukuran tingkat keparahan yang diharapkan yang seharusnya dibawa sebuah kecelakaan. Ketika menilai *consequences* sebuah kecelakaan, kategori paling parah salah satu hasil yang layak harapkan dari kecelakaan harus dipilih/diseleksi.

Consequences dari sebuah kejadian dapat dikategorikan sebagai berikut:

- Fatal* : kematian
- Major Injury* : luka tidak dapat kembali secara normal atau kerusakan pada kesehatan yang memerlukan waktu lama untuk kesembuhan untuk dapat bekerja kembali.
- Minor Injury* : Sebuah tipe luka yang dapat kembali normal atau suatu hari kerusakan pada kesehatan untuk memulihkan memerlukan waktu.
- Negligible Injury* : cukup memerlukan P3K dan memerlukan istirahat pada satu periode pekerjaan dan dapat bekerja kembali.

Stuart Hawthorn.2006.*Risk Management Process*.WorkSafe.Western.p.18

Analisis terhadap risiko dapat dilakukan dengan menggunakan 3 metode, yaitu :

1. Metode Kualitatif

Metode kualitatif adalah metode pelaksanaan manajemen risiko dimana besar dan potensi dampak yang mungkin terjadi dipaparkan dan digambarkan secara terperinci. Skala ukuran yang digunakan pada metode kualitatif disesuaikan dengan kebutuhan. Metode pemaparan dan penggambaran risiko disesuaikan dengan risiko yang teridentifikasi.

Metode kualitatif mempergunakan uraian untuk mendeskripsikan besarnya dampak yang potensial dan kemungkinan bahwa konsekuensi itu akan terjadi, misalnya high, medium, low daripada menggunakan angka untuk mendefinisikan level dari suatu risiko. Hal ini melibatkan penyediaan informasi deskriptif mengenai sumber dari dampak (terutama dimana ada banyak dampak yang berbeda pada stakeholder yang berbeda atau beberapa dampak yang tak terukur).

Informasi ini digabungkan dan diringkas sebagai uraian kata tunggal dari dampak dan kemungkinan dalam tabel *ranking* risiko. Bagaimanapun informasi dasar pada *ranking* didasari pada kebutuhan yang dicatat untuk membantu pembuat keputusan dan membantu kesimpulan yang dibuat. Skala ini dapat diadaptasi atau disesuaikan agar cocok dengan keadaan, deskripsi yang berbeda dipakai untuk resiko yang berbeda. Metode kualitatif dipergunakan:

1. Sebagai aktivitas penyaringan awal untuk mengidentifikasi risiko yang memerlukan analisis lebih terperinci.
2. Untuk memprioritaskan jangkauan risiko
3. Ketika tidak cukup data untuk melakukan metode kualitatif
4. Ketika keputusan yang bagus dapat dipakai berdasarkan metode kualitatif

Tabel.9. Risk Matrik Kualitatif

L i k e l i h o o d	Probable	Medium Risk	High Risk
	Improbable	Low Risk	Medium Risk
		Minor	Major
Consequence			
<i>Cell values = Risk units for ranking only</i>			

Sumber : Standard Australia International,2004. *Risk management AS/NZS*

4360:1999. Standard Association of Australia, p.50

2. Metode Semi Kuantitatif

Metode semi kuantitatif adalah metode pelaksanaan manajemen risiko dengan cara memberikan skala nilai pada penilaian kualitatif. Skala nilai ini berfungsi untuk menunjukkan tingkat dan merupakan syarat dilaksanakannya metode kuantitatif.

Dalam metode semikuantitatif angka ditetapkan untuk kemungkinan dan dampak berdasarkan pada pertimbangan subyektif. Angka ini sering tidak mewakili ukuran relatif pada penilai yang sangat teliti. Metode semikuantitatif biasanya memprioritaskan sedikit lebih detail dari metode kualitatif penuh karena risiko dipisahkan dalam beberapa kategori. Hasilnya adalah angka yang dapat dipakai untuk membuat kriteria yang dapat diterima. Angka ini tidak punya arti sebenarnya dalam hal frekuensi dan kemungkinan. Ini adalah level sederhana dari risiko yang terdefinisi secara acak.

F r e q u e n c y	0.1	10	30	100	300
	0.01	1	3	10	30
	0.001	0.1	0.3	1	3
	0.0001	0.01	0.03	0.1	0.3
(Events/yr)	V.Low (100)	Low (300)	Medium (1000)	High (3000)	
Consequence (\$ x 1000)					
Cell values = Risk units for ranking only					

Tabel . 10. Semi-Quantitative representation

Sumber : Standard Australia International,2004. *Risk management AS/NZS 4360:1999*. Standard Association of Australia, p.51

3. Metode Kuantitatif

Metode Kuantitatif adalah metode pelaksanaan manajemen risiko dengan cara memberikan nilai-nilai pada komponen risiko yaitu dampak (consequence) dan kemungkinan (likelihood). Nilai-nilai komponen risiko didapatkan dari berbagai sumber yang sesuai. Ketepatan pelaksanaan metode kuantitatif tergantung kepada ketepatan nilai-nilai yang digunakan dan kelayakan metode statistik yang digunakan. Komponen dampak ditentukan berdasarkan evaluasi dan analisis hasil dari peristiwa-peristiwa yang mungkin terjadi atau berdasarkan ekstrapolasi data yang sudah ada. Berdasarkan jenis risiko serta ruang lingkup dan tujuan manajemen risiko, dampak dan kemungkinan terjadinya peristiwa dapat dinyatakan atau digabungkan secara berbeda. Tingkat dari risiko dapat dihitung dengan menggunakan metode kuantitatif dalam keadaan dimana dampak dan kemungkinan dari kejadian dapat diukur.

2.9 Penilaian Resiko

Proses untuk penetapan informasi mengenai tingkatan yang bisa diterima untuk sebuah risiko dan atau tingkatan-tingkatan risiko untuk individu, group, masyarakat atau lingkungan. LM DESHMUKH. 2006, *Industrial Safety Management*. Tata Mcgraw-Hill Publishing Company Limited, Delhi. p 349.

Secara umum penilaian risiko adalah sebuah porsi dalam manajemen risiko. Penilaian risiko termasuk mengidentifikasi, menganalisa dan evaluasi risiko. Ketika melakukan *assessment* risiko / penilaian risiko semua aspek *likelihood*

dan konsekuensi harus dipertimbangkan, hal ini dengan mudah dapat dibentangkan dengan menggunakan *risk matrix*. Ketika mengembangkan strategi pengendalian resiko setiap item yang peringkatnya tinggi harus terlebih dahulu diperhatikan.

Tabel 11. *Hazard Severity Classification 1*

Diskripsi	Kategori	Definisi Kecelakaan
<i>Catastrophic</i>	I	Kematian atau kehilangan sistem
<i>Critical</i>	II	Luka parah, sakit parah akibat kerja atau kerusakan parah sistem
<i>Marginal</i>	III	Luka ringan, sakit ringan akibat kerja, kerusakan ringan sistem
<i>Negligible</i>	IV	Kurang dari luka ringan, sakit akibat kerja atau kerusakan sistem

Roger L Brauer. 1990, *Safety and Health for Engineer*, Van Nostrand Reinhold, New York, p.529.

Tabel 12. *Hazard Severity Classification 2*

Diskripsi	Level	Item Spesifik individu	Sarana atau inventori
<i>Frequent</i>	A	Mungkin sering terjadi	Pengalaman yang terus menerus
<i>Probable</i>	B	Akankah terjadi beberapa kali dalam suatu siklus suatu item	Akankah sering terjadi
<i>Occasional</i>	C	Mungkin terjadi sekali waktu dalam siklus suatu item	Akankah terjadi beberapa waktu
<i>Remote</i>	D	Tidak mungkin, tetapi mungkin dapat terjadi dalam siklus	Tidak mungkin tetapi layak dapat diharapkan

		suatu item	terjadi
<i>Improbable</i>	E	Sangat tidak mungkin, hal ini dapat diasumsikan kejadian tidak boleh terjadi	Tidak mungkin terjadi tetapi memungkinkan

Roger L Brauer. 1990, *Safety and Health for Engineer, Van Nostrand Reinhold, New York, p.529.*

Sedangkan sesuai kontrak pembangunan PLTP Wayang Windu Unit 2, PT XYZ mempunyai *Hazard Severity Classification* antara lain seperti dibawah ini:

Table 13. *Hazard Severity Classification* proyek pembangunan PLTP Wayang Windu Unit 2

HSE Regulation WW2 Project. SPE.HI.01 HIRARC MECHANISM p.4)

TYPE	MAJOR	SERIOUS	MODERATE	MINOR
	> \$500,000	\$25,000 - \$500,000	\$500 - \$25,000	< \$500
<i>Injury/Illness</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Fatality/death • Three or more people hospitalized. 	<ul style="list-style-type: none"> • LWC • Three or more injured in one incident 	<ul style="list-style-type: none"> • MTC or RWC 	<ul style="list-style-type: none"> • FAC
<i>Environmental Loss</i>	<ul style="list-style-type: none"> • >\$500,000 • Major environmental impact 	<ul style="list-style-type: none"> • \$25,000 - \$500,000 • Serious environmental impact 	<ul style="list-style-type: none"> • \$500 - \$25,000 • Moderate environmental impact 	<ul style="list-style-type: none"> • <\$500 • Minor environmental impact
<i>Property Damage</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Plant / Facility / Property damage >\$500,000 	<ul style="list-style-type: none"> • Plant / Facility / Property damage \$25,000 - \$500,000 	<ul style="list-style-type: none"> • Plant / Facility / Property damage \$500 - \$25,000 	<ul style="list-style-type: none"> • Plant / Facility / Property damage <\$500
<i>Process Loss / Disturbance</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Unplanned unit down time causing potential loss > \$ 500,000 	<ul style="list-style-type: none"> • Unplanned unit down time causing potential loss \$25,000 - \$500,000 	<ul style="list-style-type: none"> • Process loss \$500 - \$25,000 • Power Station Trip 	<ul style="list-style-type: none"> • Process loss <\$500 • Recoverable process upset

Hazard Severity Classification proyek pembangunan PLTP Wayang Windu Unit 2.

HSE Regulation WW2 Project. SPE.HI.01 HIRARC MECHANISM. p.4

TYPE	MAJOR	SERIOUS	MODERATE	MINOR
	> \$500,000	\$25,000 - \$500,000	\$500 - \$25,000	< \$500
<i>External Relations</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Significant news media coverage (TV, Press) – negative implications in national. 	<ul style="list-style-type: none"> • Community demonstrations involving > 20 people or with violent intent • Citations with potential fines >\$25,000 • News media coverage (TV, Press) – negative implication in local (Bandung / Pangalengan) 	<ul style="list-style-type: none"> • Community demonstrations involving 10 – 20 people • Community rumor demonstrations involving >= 20 people • Citations with potential fines \$500 - \$25,000 	<ul style="list-style-type: none"> • Community demonstrations involving < 10 people • Community rumor demonstrations involving < 20 people • Citations with potential fines < \$500
<i>Theft/Crimes</i>	<ul style="list-style-type: none"> • >\$500,000 	<ul style="list-style-type: none"> • \$25,000 - \$500,000 	<ul style="list-style-type: none"> • \$500 - \$25,000 	<ul style="list-style-type: none"> • <\$500
<i>Vehicle Damage</i>	<ul style="list-style-type: none"> • >\$500,000 	<ul style="list-style-type: none"> • \$25,000 - \$500,000 	<ul style="list-style-type: none"> • \$500 - \$25,000 	<ul style="list-style-type: none"> • <\$500
<i>Near Miss</i>		<ul style="list-style-type: none"> • Major/Serious 	<ul style="list-style-type: none"> • Moderate 	<ul style="list-style-type: none"> • Minor
<i>Other</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Sabotage or terrorism that affecting personnel or property • Kidnapping, extortion, or other life endangering threats 			

2.10 Matrik Penilaian Resiko

Dibawah ini adalah beberapa tabel contoh *risk matrik*.

Tabel 14. *Risk Assessment Matrix*

HIGH RISK

<i>Hazard</i> <i>Saverity</i>	PROBABILITY				
	Frequent	Probable	Occasional	Remote	Improbable
Catastropic					
Critical					
Marginal					
Negligible					

LOW RISK

Risk reduction required = High Risk /Major Risk

Written, time limit waiver endorsed by management required

= Moderate Risk

Operation permissible = Low Risk

Roger L Brauer. 1990, *Safety and Health for Engineer*, Van Nostrand Reinhold, New York, p.530.

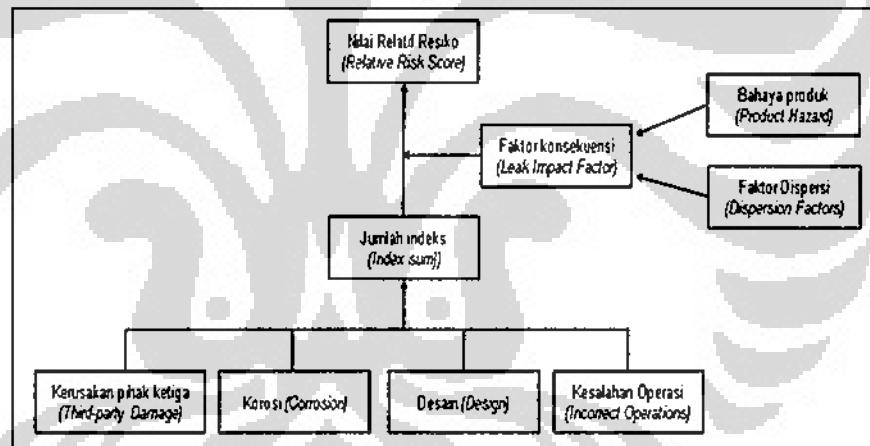
2.11 Evaluasi Resiko

Sebuah komponen untuk penelian resiko yang dinilai adalah pembuatan tentang arti dan kemampuan menerima resiko. LM DESHMUKH. 2006, *Industrial Safety Management*. Tata Mcgraw-Hill Publishing Company Limited, Delhi. p 349.

Evaluasi resiko ini membandingkan derajat resiko yang ditentukan dengan kriteria yang sudah ditetapkan sebelumnya. Evaluasi resiko menjadi dasar untuk menetapkan tindakan selanjutnya.

2.11.1 Evaluasi resiko pipeline

Dalam melakukan analisa resiko *Steams Above Ground System (SAGS)*, sama juga dengan menganalisa resiko dari sebuah *Pipe Lines Steams*. Dalam penilaian resiko *Pipe Lines* ada beberapa referensi salah satunya adalah teori penilaian resiko pipa dari *W. Kent Muhlbauer*, yaitu terdiri dari faktor kemungkinan kerusakan (*index sum*) dan faktor *hazards* pada pipeline (*leak impact factor*), seperti gambar di bawah ini:



Gambar 5. Penilaian Resiko Pipa

Penilaian risiko pipa penggunaannya harus memperhatikan beberapa hal dibawah ini :

1. Independen

Komponen risiko diasumsikan bersifat independen satu dengan lainnya. Apabila terdapat lebih dari satu komponen risiko maka hasilnya bersifat penambahan (aritmatik). Setiap komponen risiko diperlakukan secara terpisah

antara satu dengan lainnya. Total nilai akhir terhadap risiko merupakan penambahan semua komponen risiko yang ada menjadi nilai / skor akhir dari suatu risiko. Nilai akhir merefleksikan potensi area yang dapat menimbulkan kegagalan sistem perpipaan. Masing-masing komponen risiko secara proporsional mencerminkan risiko.

Sebagai contoh kejadian Y hanya dapat terjadi jika kejadian X terjadi terlebih dahulu, maka kejadian Y mempunyai bobot risiko lebih kecil dan merefleksikan bahwa kemungkinan kedua kejadian (Y dan X) sama-sama terjadi secara bersamaan adalah kecil.

2. *Worst Case*

Kondisi kasus terburuk digunakan dalam penentuan seksi untuk penghitungan score. Sebagai contoh sebuah seksi jalur pipa sepanjang 5 km ditanam pada kedalaman (*depth of cover*) 3 m, kecuali sepanjang 200 m pada jalur pipa mempunyai kedalaman (*depth of cover*) 1 m. Evaluasi dapat bekerja disekitar jalur ini dengan melakukan pemisahan seksi.

3. *Relative*

Besarnya nilai mempunyai pengertian hanya dalam pengertian relative risiko. Skor untuk satu seksi jalur pipa hanya menunjukkan bagaimana seksi tersebut dibandingkan dengan seksi yang lain. Skor yang lebih tinggi menunjukkan peningkatan keselamatan dan menurunkan risiko. Nilai risiko *absolute* tidak diterapkan.

4. *Subjective*

Penilaian merefleksikan pemikiran berdasarkan interpretasi secara subyektif berdasarkan pengalaman dan kesepakatan. Bobot dan skor pada masing-

masing komponen dan parameter risiko juga ditentukan berdasarkan pemikiran pemodel.

5. *Public*

Hanya risiko pada masyarakat umum yang menjadi perhatian dalam model penilaian risiko ini. Risiko spesifik terhadap operator pipa dan karyawan perusahaan tidak diperhitungkan dalam model ini.

6. *Hazards*

Kemungkinan kegagalan sistem yang khusus hanya sebagian kecil di akomodir dalam model ini. Sabotase tidak merupakan risiko langsung. Risiko ekonomi seperti biaya pemeliharaan juga tidak merupakan risiko langsung.

7. *Weighting*

Bobot untuk semua komponen merefleksikan secara relative pentingnya komponen risiko tersebut.

8. *Atribut dan Prevensi*

Atribut

Atribut adalah mewakili karakteristik hazard. Atribut merefleksikan kondisi lingkungan jalur pipa. Sebagai contoh : Karakteristik tanah, tipe atmosphere, karakteristik produk, kondisi pipa yang tertanam.

Prevensi

Prevensi merefleksikan risiko dari dampak aktifitas. Prevensi adalah tindakan prevensi yang dilakukan untuk merespon lingkungan. Sebagai contoh : frekuensi patroli jalur pipa, program training operator, program pemeliharaan ROW.

2.11.1.1 Penentuan Seksi Jalur Pipa

Evaluator harus menetapkan kriteria suatu seksi jalur pipa untuk mendapatkan gambaran risiko secara akurat. Semakin kecil panjang seksi, semakin tinggi tingkat akurasi. Namun perlu dipertimbangkan faktor biaya, pengumpulan data, monitoring dan pemeliharaan. Kriteria yang paling tepat untuk menentukan seksi adalah dengan menyisipkan seksi pemisah dimana terjadi perubahan yang bermakna. Beberapa pendekatan untuk menentukan seksi dapat dilakukan dengan memperhatikan :

- Kepadatan penduduk
- Kondisi tanah
- Kondisi coating
- Usia pipa

2.11.1.2. Sistem Pembobotan dan Skor untuk resiko pipa

Sistem penilaian risiko menurut metoda ini adalah dengan sistem skor dan bobot untuk masing-masing elemen yang memiliki kontribusi terhadap risiko pipa. Besaran skor dan bobot adalah cerminan terhadap kondisi yang ada pada sistem perpipaan yang memberikan kontribusi terhadap gambaran risiko.

Penentuan skor dan bobot dengan metoda "*subjective risk assessment*". Skor dan bobot adalah kombinasi dari data statistik kegagalan dan tingkat keahlian operator pipa. Semakin tinggi bobot berarti semakin penting komponen atau paramater tersebut terhadap keselamatan operasi pipa. Semakin tinggi bobot berarti semakin efektif tindakan preventif dalam pelaksanaan manajemen risiko sehingga skor juga semakin tinggi.

Teknik pemberian skor dan bobot cukup sederhana. Besaran risiko dinilai dalam 2 (dua) kategori utama. Kategori pertama adalah komponen dan parameter yang dapat menyebabkan kegagalan atau kerusakan sistem perpipaan. Semakin besar kemungkinan kegagalan atau kerusakan sistem perpipaan yang disebabkan oleh suatu komponen atau parameter semakin besar bobotnya. Kategori kedua adalah konsekuensi dari akibat apabila kegagalan atau kerusakan sistem terjadi. Kategori kedua adalah potensi hazards yang timbul akibat kegagalan sistem. *Hazard* ini dapat bersifat akut atau kronis.

Kategori pertama merupakan cerminan dari risiko kegiatan operasi dan disain. Kategori kedua mencerminkan *hazards* yang berasal dari produk, kondisi pelaksanaan kegiatan operasi sistem perpipaan dan kondisi keamanan sepanjang jalur pipa.

Kategori Pertama terdiri atas :

- *Third Party Index (TPI)*
- *Corrosion Index (CI)*
- *Design Index (DI)*
- *Incorrect Operation Index (IOI)*

Kategori kedua *Leak Impact Factors* terdiri atas :

- *Product Hazards*
- *Dispersion Factor*

2.12 Derajat Resiko

Besarnya resiko objektif yang timbul dalam satu situasi, yang biasa juga disebut sebagai derajat atau kadar resiko (*degree of risk*), adalah variasi relatif antara kerugian aktual dengan kerugian yang diharapkan. Jadi kadar resiko adalah kisaran penyimpangan dari kerugian rata-rata (kerugian yang diharapkan), yang ditaksir menggunakan kemungkinan *kerugian* (*change of loss*) dengan rumus:

$$\text{Objective Risk} = \frac{\text{Probable variation of actual from expected loss}}{\text{Expected Losses}}$$

Kemungkinan terjadinya kerugian dalam jangka panjang, atau frekuensi relatif kerugian, didefinisikan sebagai *chance of loss*. Hinsa Siahaan. 2007. *Manajemen Resiko*, PT Elex Media Komputoindo. Jakarta. p .11

2.12.1. Experience Modification Rate

Experience Modification Rate adalah rasio dari actual rugi yang dialami melebihi kerugian yang diharapkan. Rasio didefinisikan sebagai periode waktu dan digunakan sebagai item langsung dalam sebuah perhitungan biaya premium tenaga kerja untuk komensasi pekerja.

Faktor – faktor yang digunakan untuk menentukan EMR antara lain:

1. Klasifikasi kode
2. *Direct payrol*
3. Rata – rata kerugian yang diharapkan
4. Aktual kerugian

$$EMR = \frac{\text{Aktual Kerugian}}{\text{Kerugian yang diharapkan}}$$

Actual biaya Injury adalah Direct Cost (insurable) + Indirect Cost (not insurable).

2.12.2. Relative Risk Score (RRS)

RRS adalah nilai relative dari efektifitas manajemen risiko terhadap suatu sistem perpipaan.

$$\text{Relatif Risk Score (RRS)} = \frac{\text{Jumlah Index (index Sum)}}{\text{Leak Impact Factor}}$$

Relative Risk Score maksimum didapatkan dengan memaksimalkan efektifitas preventif pelaksanaan manajemen risiko dan meminimalkan faktor leak impact.

2.13. Defenes / Proteksi / Protection

Dengan diketahuinya resiko pada *commissioning* pipa *sags* maka diperlukan proteksi untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan *losses* atau kerugian dalam kegiatan ini. Proteksi didefinisikan sebagai tindakan melindungi dari status dari yang sedang dilindungi, pemeliharaan dari kerugian, luka atau gangguan, pertahanan atau tempat perlindungan ketika memerlukan perlindungan. Wikipedia.

2.13.1. Eliminasi dan pengurangan resiko

Seandainya resiko sudah diketahui, maka eleminasi dapat dicoba dilakukan, meskipun semua resiko tidak mungkin dieleminasi, hanya beberapa yang dapat dikurangi. Dalam hal ini, bagaimana mengurangi atau mengeliminasi *catastrophic*, kritikal *Hazard* ketika hal ini akan dilakukan yaitu dengan menambahkan beberapa metode klasifikasi seperti tabel dibawah ini:

Tabel 15. Contoh Klasifikasi biaya (*cost*) untuk mengkoreksi resiko.

Roger L Brauer. 1990, *Safety and Health for Engineer*, Van Nostrand Reinhold, New York, p.531.

Kategori	Nilai
A	< \$ 1,000
B	\$ 1,000 – 10,000
C	\$ 10,000 – 100,000
D	> \$ 100,000

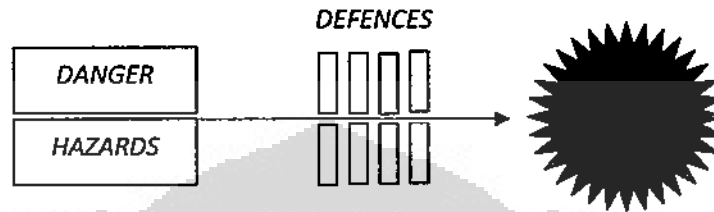
Loss control atau kontrol kerugian adalah sebuah sistem program yang dirancang untuk meminimasi accident dan mengurangi kerugian.

Loss Prevention atau pencegahan kerugian adalah sebuah program kerugian dirancang untuk mengidentifikasi dan mengkoreksi potensi sebab kecelakaan hal ini dilakukan sebelum hasil aktual *injury* atau kerugian.

Injury adalah kerugian fisik atau kerusakan pada tubuh hasil dari sebuah perubahan, biasanya akut untuk mechanical, chemical, thermal, atau energi environmental lain yang melebihi teloransi tubuh LM DESHMUKH. 2006, *Industrial Safety Management*. Tata Mcgraw-Hill Publishing Company Limited, Delhi. p 340-341.

Accident adalah kejadian yang tidak dikehendaki, diramalkan atau diharapkan Roger L Brauer. 1990, *Safety and Health for Engineer*, Van Nostrand Reinhold, New York, p.16.

Dalam memproteksi suatu *losses* atau kerugian perusahaan sebab suatu kegiatan maka salah satunya adalah dengan menggunakan *process safety management*.



Gambar 6. Proses *safety* manajemen

Sumber: James Reason, 1997, *Managing the Risk of Organizational Accidents*, Limited Gower House Croft Road Aldershot Hants GUII 3 HR, Burlington. p3

2.13.2. *Process Safety Management (PSM)* / Manajemen Keselamatan Proses

Proces Safety Management adalah suatu safety sistem yang digunakan untuk melakukan proteksi pada aktivitas yang mempunyai potensi merugikan perusahaan. *Proces Safety Management (PSM)* didefinisikan sebagai aplikasi dari prinsip-prinsip manajemen, metode, latihan – latihan pencegahan dan kontrol kecelakaan yang dihasilkan dari proses kimia atau energi. DOE. 2004 *Process Safety Management for Highly Hazardous Chemical*. US. DOE. Washington.D.C. .pXII.

Pendapat lain antara lain menyebutkan bahwa *process safety management* adalah sebuah pendekatan pencegahan kecelakaan termasuk pendeteksian untuk mengurangi kecelakaan dalam komponen sistem yang mempunyai potensi kecelakaan. *Process Safety Management* adalah aplikasi sistematis dari kemampuan teknis dan manajerial, mengidentifikasi yang akan datang dan mengontrol bahaya / *Hazards* melalui siklus suatu sistem proyek, program atau

aktivitas. Roger L Brauer. 1990, *Safety and Health for Engineer, Van Nostrand Reinhold, New York, p.544.*

Menurut CCPS PSM mempunyai beberapa elemen-elemen antara lain:

1. *Accountability: Objective and Goals*
2. *Process knowledge and documentation*
3. *Capital project hazard reviews*
4. *Process Risk Management*
5. *Training and performance*
6. *Human factors*
7. *Management of change*
8. *Process and equipment integrity*
9. *Company standards, codes and laws*
10. *Incident Investigation*
11. *Audit and corrective actions*
12. *Enhancement of process safety knowledge*

Tabel 16. Elemen PSM PT XYZ, sesuai dengan CCPS dan digabungkan dengan SMK3 sesuai OHSAS 18001.serie 2000

Elemen	Score	Bobot
<i>Accountability: Objective and Goals</i>	0 – 15 pts	15 %
<i>Process knowlage and documentation</i>	0 – 10 pts	10 %
<i>Capital project hazard reviews</i>	0 – 5 pts	5 %
<i>Process Risk Management</i>	0 – 5 pts	5 %
<i>Training and performanace</i>	0 – 15 pts	15 %
<i>Human factors</i>	0 – 10 pts	10 %
<i>Management of change</i>	0 – 5 pts	5 %
<i>Process and equipment integrity</i>	0 – 10 pts	10 %
<i>Company standards, codes and lows</i>	0 – 5 pts	5 %
<i>Incident Investigation</i>	0 – 5 pts	5 %
<i>Audit and corrective actions</i>	0 – 10 pts	10 %
<i>Enhancement of process safety knowlage</i>	0 – 5 pts	5 %
TOTAL		100 %

2.13.3. Indikator pengurangan resiko pada *pipeline* atau pada struktur sistem pipa

Indikator pengurangan resiko pada pipe line adalah bagian dari process safety management. Pengurangan resiko *pipeline* atau struktur dapat dilakukan dengan meminimalkan *Leak Impact Factor*, serta memaksimalkan jumlah index (*Index Sum*) keempat variabel dari resiko kegiatan design dan opertasi perpipaan.

Keempat variabel dan kreteria pembobotannya antara lain:

Skor dan Bobot *Index Sum*

1. Tabel. 17. *Third Party Index*:

	Scores	Bobot
A. Minimum Depth of Cover	0 – 20 pts	20 %
B. Activity Level	0 – 20 pts	20 %
C. Aboveground Facilities	0 – 10 pts	10 %
D. One-Call System	0 – 15 pts	15 %
E. Public Education	0 – 15 pts	15 %
F. Right of Way Condition	0 – 5 pts	5 %
G. Patrol Frequency	0 – 15 pts	15 %
Total	=	100

2. Tabel. 18. *Corrosion Index* :

A. Atmospheric Corrosion	Scores	Bobot
1. Facilities	0 – 5 pts	
2. Atmosphere	0 – 10 pts	
3. Coating/Inspection	0 – 5 pts	
	0 – 20 pts	10 %
B. Internal Corrosion	Scores	
1. Product Corrosivity	0 – 10 pts	

2. Internal Protection	0 – 10 pts	
	0 – 20 pts	20 %
C. Subsurface Corrosion	Scores	Bobot
1. Cathodic Protection	0 – 8 pts	
2. Coating Condition	0 – 10 pts	
3. Soil Corrosivity	0 – 4 pts	
4. Age of System	0 – 3 pts	
5. Others Metals	0 – 4 pts	
6. AC Induced Current	0 – 4 pts	
7. Mechanical Corrosion	0 – 5 pts	
8. Test Leads	0 – 6 pts	
9. Close Interval Survey	0 – 8 pts	
10. Internal Inspection Tool	0 – 8 pts	
	0 – 60 pts	70 %
	Total =	100%

3. Tabel. 19. *Design Index* :

A. Pipe Safety Factor	0 – 20 pts	20 %
B. System Safety Factor	0 – 20 pts	20 %
C. Fatigue	0 – 15 pts	15 %
D. Surge Potential	0 – 10 pts	10 %
E. System Hydrostatic Test	0 – 25 pts	25 %
F. Soil Movements	0 – 10 pts	10 %
	0 – 100 pts	100 %

4. Tabel. 20. *Incorrect Operation Index* :

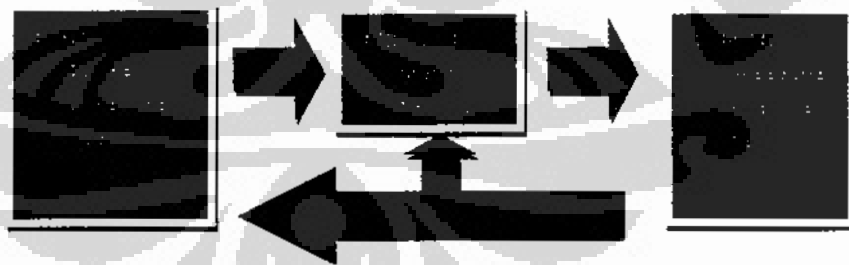
	Scores	Bobot
A. Design		
1. Hazard Identification	0 – 4 pts	
2. MAOP Potential	0 – 12 pts	
3. Safety System	0 – 10 pts	
4. Material Selection	0 – 2 pts	
5. Checks	0 – 2 pts	
	0 – 30 pts	30 %
B. Construction		
1. Inspection	0 – 10 pts	
2. Materials	0 – 2 pts	
3. Joining	0 – 2 pts	
4. Backfill	0 – 2 pts	
5. Handling	0 – 2 pts	
6. Coating	0 – 2 pts	
	0 – 20 pts	20 %
C. Operation		
1. Procedures	0 – 7 pts	
2. SCADA / Communication	0 – 5 pts	
3. Drug – testing	0 – 2 pts	
4. Safety Programs	0 – 2 pts	
5. Surveys	0 – 2 pts	
6. Training	0 – 10 pts	
7. Mech. Errors Preventers	0 – 7 pts	
	0 – 35 pts	35 %
D. Maintenance		
1. Documentation	0 – 2 pts	
2. Schedule	0 – 3 pts	
3. Procedures	0 – 10 pts	
	0 – 15 pts	15 %
	Total =	100 %

Total Index Sum (1+2+3+4) = 0 – 400 pt (400 %)

2.13.4. Integrasi Manajemen Keselamatan Proses (PSM) dengan Resiko Ekonomi (Schedule, Cost, Quality).

Pada pelaksanaan proyek suatu keberhasilan perusahaan menurut *Project Mangement Institute* ditentukan dari *performance* pengelolaan proyek. *Performanace* pengelolaan proyek dapat dicapai dengan baik jika dilakukan program *risk management* terhadap resiko yang dapat menimbulkan kerugian perusahaan. Proyek *risk* didefinisikan sebagai ketidak mampuan program pencapaian *technical, cost, schedule*. John P. Kindinger, 1999, *Use of Probabilistic Cost and Schedule Analysis at Los Alamos National Laboratory*. Philadelphia, p1. Dalam mengantisipasi permasalahan yang akan timbul dari suatu proyek untuk mendapatkan keberhasilan proyek maka diperlukan pengaturan waktu dan *budget* proyek lebih awal, yaitu sebagai *planing baseline* untuk mengansisipsi suatu kerugian.

Gambar .7. *Basic Project Management Process*



Sumber: Project Management Institute. 2005. *Earned Value Management*.

Project Management Institute. Inc. Pennsylvania. P.3.

Sedengkan pada *technical baseline issue* yang mempengaruhi adalah *research and development, design, construction, start up* dan aktivitas operasi. P.

Kindinger, 1999, *Use of Probabilistic Cost and Schedule Analysis at Los Alamos National Laboratory*. Philadelphia, p2.

Dalam menjalankan sebuah proyek atau kegiatan bisnis suatu perusahaan diperlukan integrasi semua sistem manajemen yang ada pada perusahaan untuk melakukan mitigasi dari potensi kerugian serta mengurangi dampak resiko yang akan dihadapi. Sebuah *process safety management* sering dikatakan memerlukan integrasi yang luas dalam sistem manajemen tempat kerja. Quinlan dan Bohle menunjukkan kebutuhan *process safety management* untuk ditambahkan dalam sasaran atau tujuan organisasi dan sebuah bagian dalam integrasi manajemen dan proses produksi. Clare Gallagher, 1997. *Health and Safety Management System An Analysis of System Types and Effectiveness*. National Key Centre in Industrial Relation . P.32.

Tabel 21. Kosep – konsep Integrasi yang ada antara lain:

No	Author	Background Concept
1	Phillis (1990)	Respect integration of OHS into WQ strategic planning and normal work
2	Resta (1994:13)	Emphasis parity, contending H&S managed with the same sound management
3	Barnes (1993:532)	Integrating is management function of planning, leading, and controlling practice
4	Reichle (1992:12)	H&S issues such as employee turn over and stress
5	Bridge (1979:260)	Interaction occupational hygiene with production, engineering, legal, environment, human

		<i>resource to hazard identification, risk assessment and control with the discipline of ergonomic</i>
6	Gross (1991)	<i>Total ergonomic quality integrate with design, production and marketing</i>
7	Dawson et al 1988:161, Petersen 1988:67	<i>Concept OHS into senior management, line management and supervisor responsible</i>
8	Heinrich (1959:14)	<i>Interlinked control of safety and control of quality, cost and quantity of production safety, efficiency and productivity</i>

Dari konsep-konsep diatas dapat kami simpulkan bahwa PSM akan dapat terintegrasi pada semua aktivitas dan *core business* dalam suatu perusahaan haruslah masuk didalam sistem manajemen yang lain seperti sistem manajemen mutu, Lingkungan dan lain-lain.

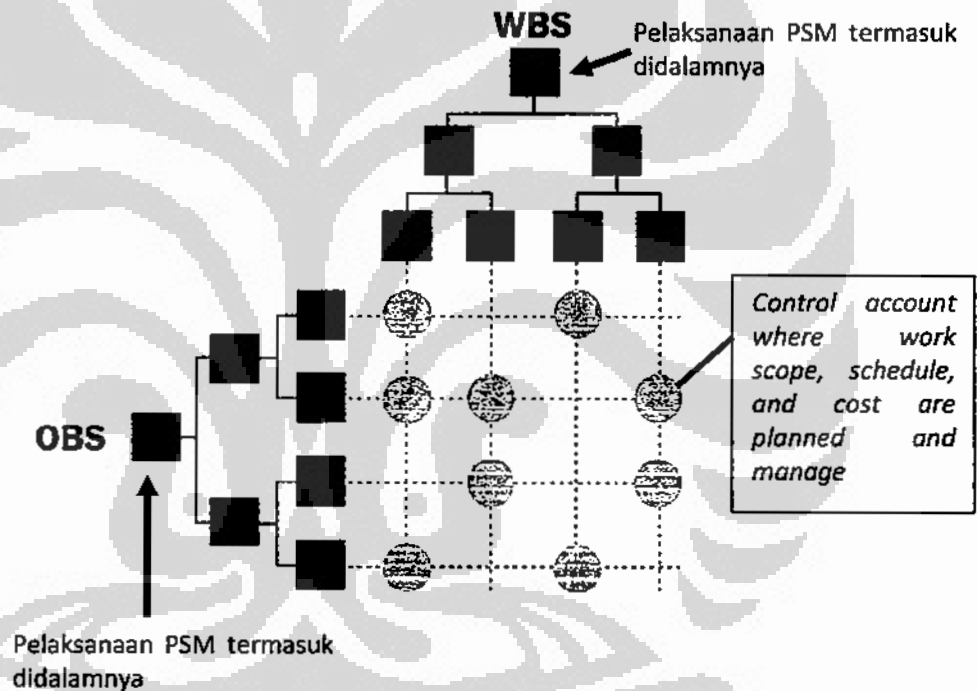
Tabel 22. Integrasi PSM

<i>Field</i>	<i>Main actors</i>	<i>Traditional mode of operation</i>
<i>Quality</i>	<i>Management; market actors</i>	<i>Logic of managerial control</i>
<i>Environment</i>	<i>State authorities, management</i>	<i>Logic of accountability and safe control</i>
<i>OHS</i>	<i>Industrial relations actors</i>	<i>Logic of interest representation and bargaining</i>

Sumber: Kamp & Le Blansch, 1998: p.11

Dalam melakukan mitigasi suatu kegiatan proyek diperlukan *control breakdown matrix* dari *organization breakdown structure*, *work breakdown structure* yang didalamnya termasuk pelaksanaan *process safety management*. Dan dalam hal ini dicontrol dengan *schedule baseline* dan *cost baseline*, sehingga pada pelaksanaannya diperlukan integrasi sistem.

Gambar .8. *Control Account Matrix*



Sumber: Project Management Institute, 2005. *Earned Value Management*.

Project Management Institute, Inc. Pennsylvania. P.3.

2.13.4.1. *Schedule Performance Index dan Cost Performance Index*

Pada pelaksanaan proyek suatu keberhasilan perusahaan menurut *Project Management Institute* ditentukan dari *performance score* pengelolaan proyek.

Score atau nilai *performance* itu adalah *score* dari *Schedule Performance Index* (SPI) dan *Cost Performance Index* (CPI) seperti terlihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 23. CPI dan SPI

Performance Measures		Schedule		
		SV > 0 & SPI > 1.0	SV = 0 & SPI = 1.0	SV < 0 & SPI < 1.0
Cost	CV > 0 & CPI > 1.0	Ahead of Schedule Under Budget	On Schedule Under Budget	Behind Schedule Under Budget
	CV = 0 & CPI = 1.0	Ahead of Schedule On Budget	On Schedule On Budget	Behind Schedule On Budget
	CV < 0 & CPI < 1.0	Ahead of Schedule Over Budget	On Schedule Over Budget	Behind Schedule Over Budget

Sumber: Project Management Institute. 2005. *Earned Value Management*.

Project Management Institute. Inc. Pennsylvania. P.16.

$SPI = \text{Earned Value (EV)} / \text{Plan Value (PV)}$

$CPI = \text{Earned Value (EV)} / \text{Actual Cost (AC)}$

$SPI > 1$, artinya adalah penggunaan waktu untuk penyelesaian suatu aktivitas proyek efektif, dengan menghasilkan *ahead of schedule*.

Dengan melihat

$CPI > 1$, artinya adalah penggunaan *resource* untuk penyelesaian suatu aktivitas proyek efisien, dengan mengasihkan *under budget*.

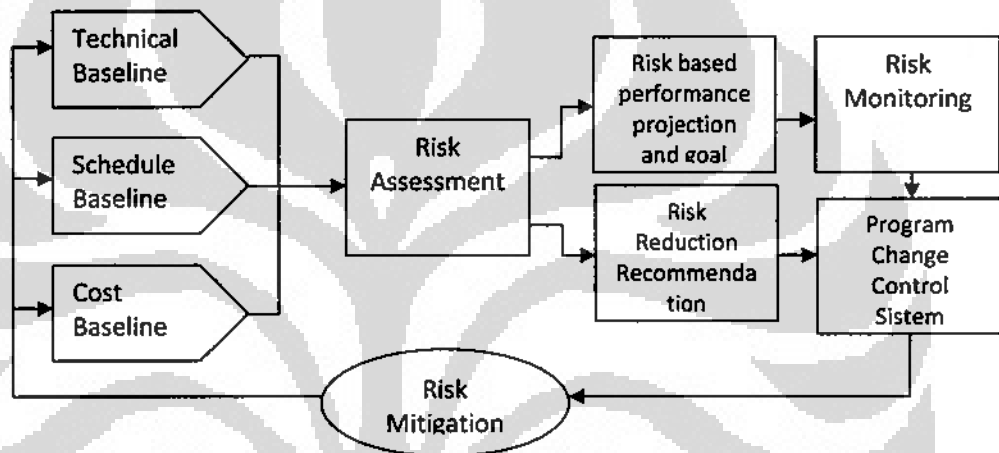
Dengan melihat tingkat efektifitas dan efisiensi penggunaan waktu dan *resource*, sehingga tingkat konsekuensi rendah, maka secara risk management menurut ranking kualitatif Standard Australia International, 2004. *Risk management AS/NZS4360:1999*. dinyatakan sebagai *LOW RISK*, dan sebaliknya semakin tidak efektif dan efisien penggunaan waktu dan *resource*, maka semakin tinggi konsekuensinya dan dinyatakan *HIGHT RISK*.

Rejection Rate

Rejection Rate adalah rata-rata produk gagal yang dihasilkan melalui tes NDT/Radiographic atau rata-rata per film.

Dengan formula $RR = \frac{\text{Jumlah Welding reject per film}}{\text{Jumlah Welding yang dilakukan test NDT}}$

Gambar.9. The Role of Risk Management in Overall Program Management



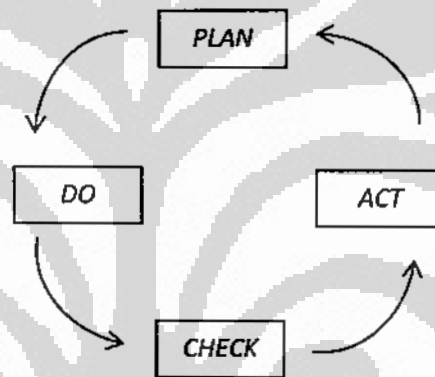
Sumber: John P. Kindinger, 1999, *Use of Probabilistic Cost and Schedule Analysis at Los Alamos National Laboratory*. Philadelphia, p2.

Dari gambar diatas dapat diasumsikan bahwa *Risk based performance projection and goal* yaitu *CPI*, *SPI* dan *Rejection Rate* adalah faktor independen dimana sudah ditentukan lebih dahulu melalui *risk assessment* sebelum suatu kegiatan / proyek dimulai. Adapun salah satu mitigasi yang dilakukan adalah dengan menggunakan *process safety management (PSM)*. Maka dari hal ini variabel *score Importance Index* dari pelaksanaan *PSM* merupakan nilai efektif dari suatu proteksi K3 yang digunakan untuk mengkontrol *baseline* dari *Cost*, *Technical*, *schedule* dan *Quality*.

2.13.4.2. Total Quality Management (TQM)

TQM adalah sebuah pendekatan untuk melakukan bisnis dengan daya saing yang maksimal melalui perbaikan yang berkelanjutan untuk suatu produk, pelayanan, proses masyarakat dan lingkungan. David L Goetsch . 1996. *Occupational Safety and Health in the age of high technology for technologists, engineers, and managers. Second edition.* Precentice – Hall, Inc. New Jersey P.595.

Gambar.10. Siklus didalam menjalankan TQM adalah sebagai berikut:



Waren H Schmidt Jerome P. Finnigan.1993. *TQManager, A Practical Guide for Managing in a Total Quality Organization.* Jossey-Bass, Sanfrancisco. P.95.

2.14 Damage

2.14.1 Limitation on Damage Payments

Menyangkut timbulnya keterlambatan *performance test* dari pekerjaan SAGS seperti yang dijelaskan oleh pemilik adalah 30 % dari harga pekerjaan SAGS, ketika harga SAGS disesuaikan harus mengikuti persetujuan ini. Kontrak Kerja antara PT XYZ sebagai Kontraktor dengan Owner PLTP Wayang Windu pemilik.2007.p.89.

Steams Above Grounds System (SAGS) adalah sistem untuk transmisi dan proses geothermal fluida, steam, kondensat dan *brien* antara titik sumber yang dikoneksikan dari sumur ke *Plant* dengan jaringan pipa / *pipeline*. Kontrak Kerja antara PT XYZ sebagai Kontraktor dengan Owner PLTP Wayang Windu pemilik. 2007.p.23.

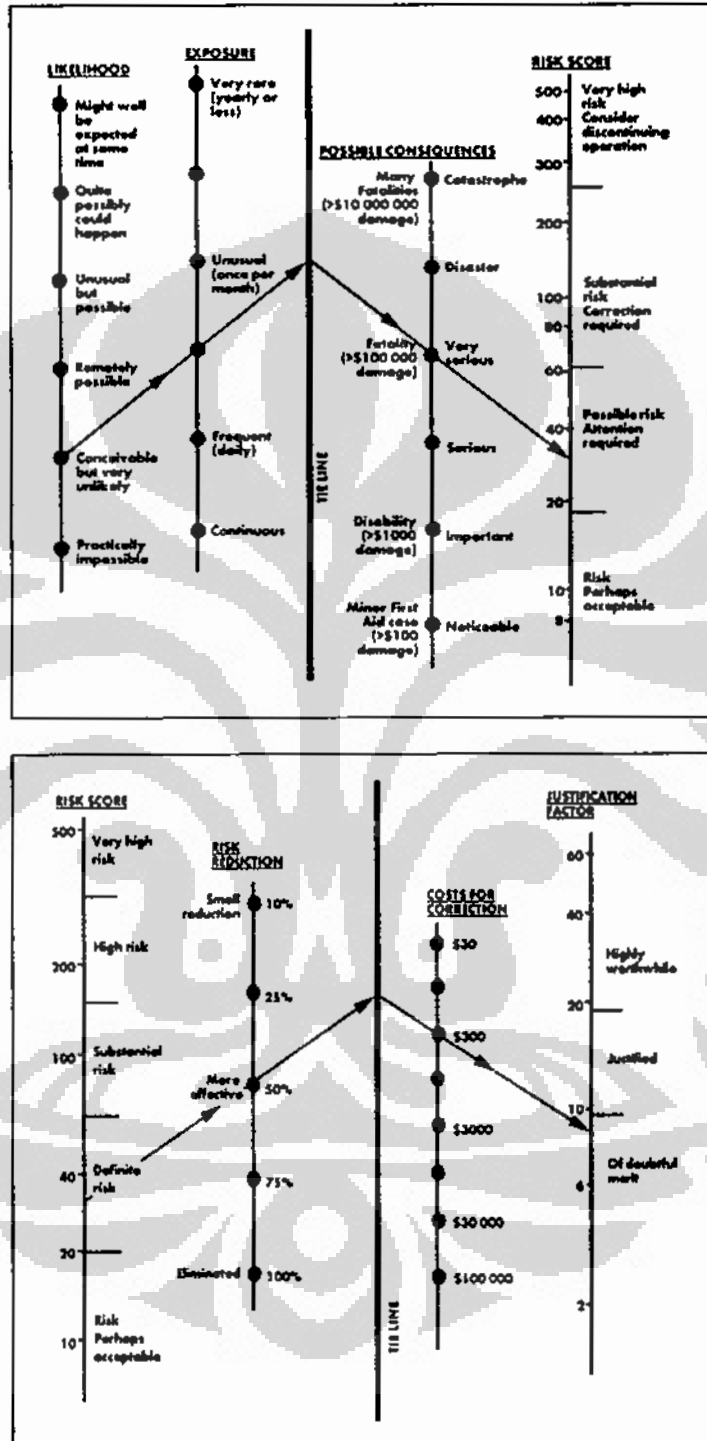
2.15 Resiko Keuangan / Finansial

Resiko spekulatif yang dapat mempengaruhi pendapatan perusahaan. Hinsa Siahaan. 2007. *Manajemen Resiko*. PT Alex Komputindo, Jakarta, P .11.

Pengaturan resiko memerlukan keputusan mengenai bagaimana biaya untuk resiko. Uang dapat diinvestasikan untuk langsung mengeliminasi atau mengurangi resiko, terutama sekali untuk efektif alternatif pengurangan resiko. Pembuatan sebuah kas cadangan adalah satu metode untuk pengukuran pembayaran resiko. Opsi kedua adalah untuk pembayaran asuransi setiap resiko, hal ini disebut meminihkan resiko keuangan. Premi harus lebih rendah dari pada biaya yang diimplementasikan, adalah sebuah alternatif pengurangan resiko. Opsi ketiga adalah tidak ada yang dilakukan yang dapat dilogikan untuk kejadian yang tidak mungkin dapat terjadi dan mempunyai tingkat keparahan (*severity*) rendah. Roger L Brauer. 1990, *Safety and Health for Engineer, Van Nostrand Reinhold, New York, p.533*.

Pada resiko keuangan terdapat pertimbangan biaya mengendalikan resiko, normogram pada gambar berikut digunakan sebagai alat bantu proses pengembalian keputusan.

Gambar.11. Normograms for analyzing risk and cost justification.



Sumber : G.F. Kinney and A.D. Wiruth. 1976. *Practical Risk Analyzing for Management*. Wark Safe. Western.

2.16 Proses Administrasi

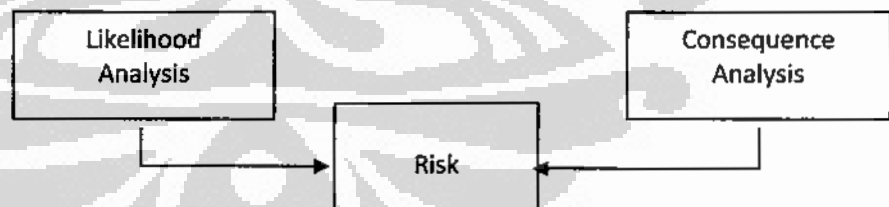
Step final dalam manajemen resiko adalah proses administrasi. Bagian dari administrasi adalah pengaturan dapat diterimanya level dari resiko.

2.17 Komunikasi dan Konsultasi

Proses komunikasi dan konsultasi dilakukan pada saat menentukan konteks, melakukan identifikasi, analisis, evaluasi, pengendalian, pemantauan, dan peninjauan ulang resiko.

2.18 Penetapan Konteks Risiko

Penetapan konteks risiko dilakukan untuk memberikan panduan dalam proses manajemen risiko. Keputusan tentang risiko harus memperhatikan konteks dimana risiko diambil, termasuk faktor-faktor seperti sasaran umum dari organisasi dan budayanya, posisi keuangan dari organisasi, pandangan dari pihak-pihak terkait, pendapat umum dan tekanan kelompok. Konteks risiko juga meliputi identifikasi semua batasan termasuk persyaratan legal AS/NZS 4360:2004, p.27.

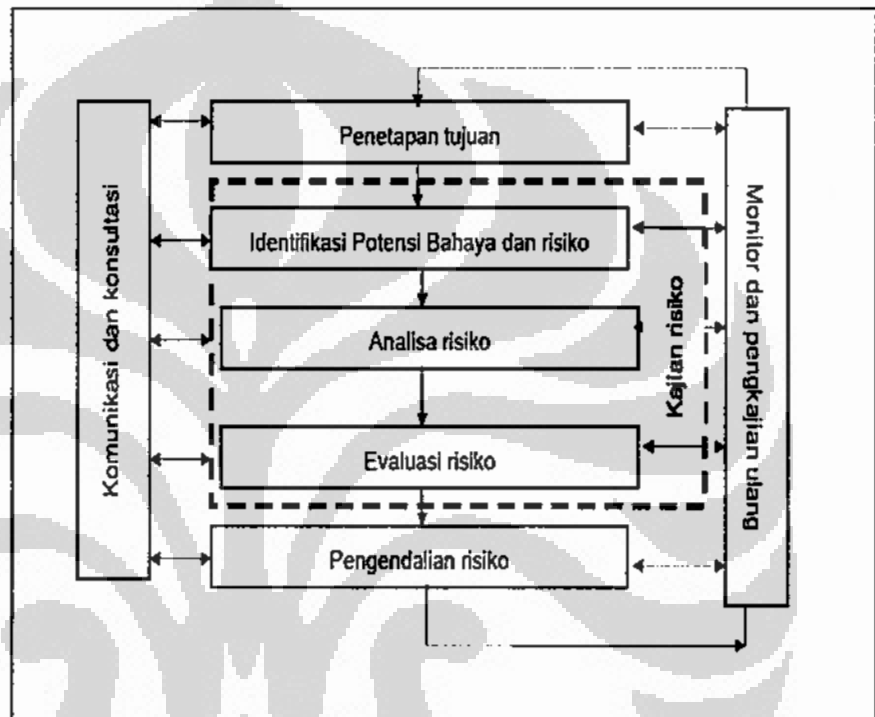


Gambar. 12. Mekanisme Penetapan Resiko

Sumber: Department Of Urban Transport Planning 2003

2.18 Pemantauan dan Peninjauan Ulang Resiko

Resiko dapat mengalami perubahan karena adanya perubahan bahan, lokasi kerja, proses atau metode kerja. Pemantauan dan peninjauan resiko dilakukan agar resiko yang timbul terus dapat dikelola secara terus menerus.



Gambar. 13. Ikhtisar proses manajemen risiko

Sumber : Standard Australia International, 2004. *Risk management AS/NZS 4360:1999*. Standard Association of Australia, p.8.

Definisi :

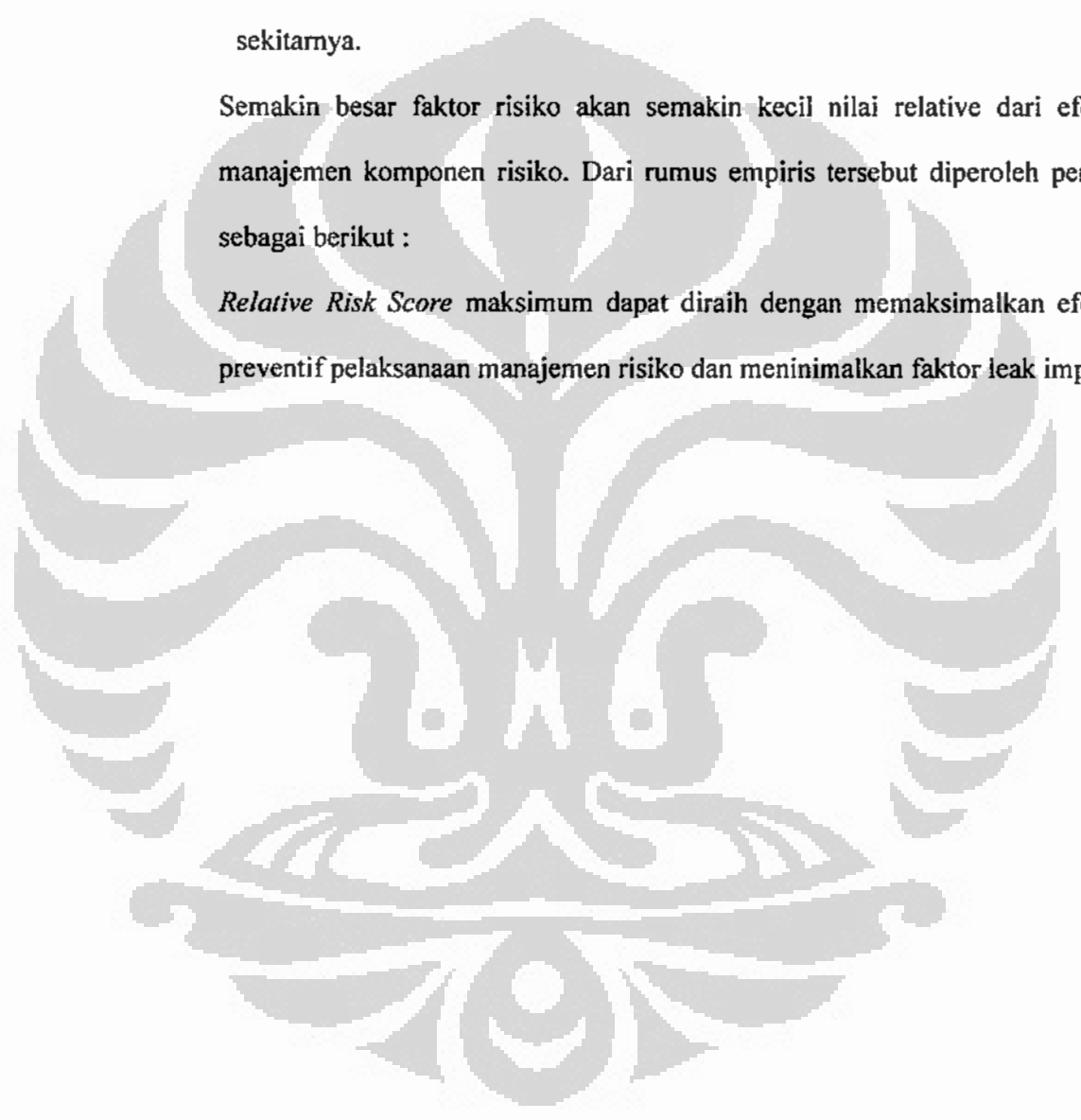
- RRS adalah nilai relative dari efektifitas manajemen risiko terhadap suatu sistem perpipaan.
- *Index Sum* adalah jumlah dari keempat index (Indeks pihak ketiga, Indeks Korosi, Indeks Disain dan Indeks Kesalahan Operasi). Total nilai maksimum untuk masing-masing keempat elemen ini adalah 100 point. Semakin efektif

pelaksanaan manajemen risiko maka semakin besar nilai yang dicapai (maks=400 point).

- *Leak Impact Factor* adalah besaran risiko atau bahaya yang ada dalam operasi pipa baik dari produk yang mengalir atau dampak bocoran terhadap lingkungan sekitarnya.

Semakin besar faktor risiko akan semakin kecil nilai relative dari efektifitas manajemen komponen risiko. Dari rumus empiris tersebut diperoleh pengertian sebagai berikut :

Relative Risk Score maksimum dapat diraih dengan memaksimalkan efektifitas preventif pelaksanaan manajemen risiko dan meminimalkan faktor leak impact.



BAB 3

KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL

3.1 Kerangka Teori

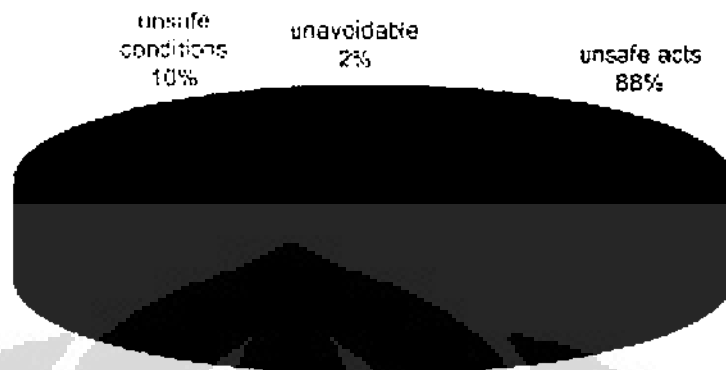
Pada penelitian ini akan menggunakan kerangka teori manajemen resiko untuk mengetahui besarnya potensi resiko yang ada pada aktivitas tahapan *commissioning sags* pada pembangunan PLTP dan sistem manajemen K3 yang digunakan untuk memproteksi kerugian perusahaan dari kegiatan tahapan *commissioning sags* pada pembangunan PLTP pada khususnya.

Kerugian perusahaan salah satunya adalah disebabkan oleh kecelakaan kerja dalam teori kecelakaan ada beberapa pertanyaan antara lain yaitu: Mengapa hal itu dapat terjadi? Pertanyaan ini sudah menjadi perhatian oleh pengambil keputusan dalam mengambil keputusan mengenai kesehatan dan keselamatan kerja, karena didalam permintaan untuk mencegah kecelakaan kami harus mengetahui mengapa hal itu dapat terjadi.

Menurut teori Domino antara lain:

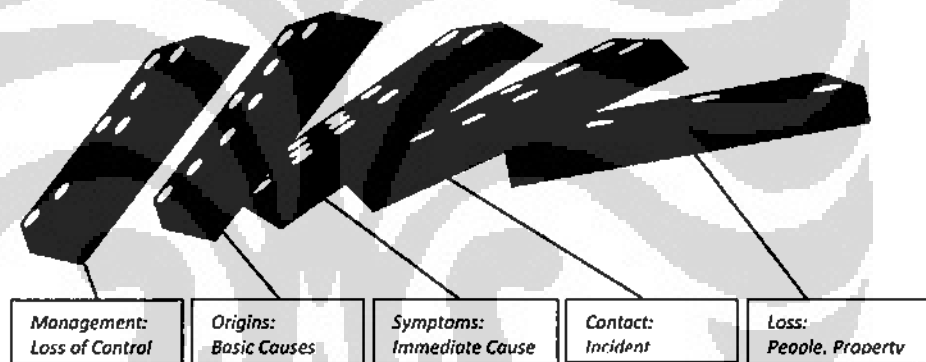
Secara umum ada beberapa teori domino. Prinsip teori domino sudah dikemukakan oleh Heinrich. Pertama kali teori itu diperbarui oleh Bird dengan penyesuaian dan perubahan-perubahan. Teori pertama kali yang diperkenalkan oleh Hebert William Heinrich, kasus di perusahaan asuransi perjalanan, dalam riset ini mengemukakan bahwa:

1. 88% kecelakaan di industri disebabkan oleh tindakan tidak aman oleh pekerja
2. 10% kecelakaan di industri disebabkan oleh kondisi yang tidak aman
3. 2% kecelakaan di industri yang tidak dapat dihindari



Gambar 14. Sebab Kecelakaan Industri (Heinrich,1929)

Teori Bird's Domino

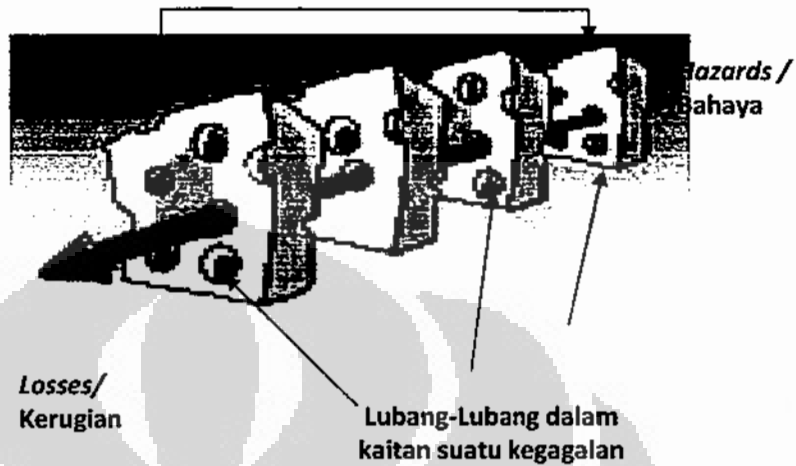


Gambar 15. Frank Bird Jr.

Dalam hal ini Frank Bird Jr. Memperbarui refleksi dari teori Domino yang merubah iklim sosial politik menjadi menekankan pada manajemen dan kecelakaan yang merugikan properti.

Teori yang lain yang mendukung bahwa kerugian perusahaan sebab kecelakaan yang menekankan pada manajemen adalah teori Swiss Cheese dari James Reason.

**DEFENCES /
SAFEGUARD**



Gambar 16. Sebuah jalan peluru kecelakaan melalui lubang-lubang pertahanan dan penghalang.

Sumber. James Reason. 1997. *Managing of Risks Organizational Accidents*.
p.12.

Proses pada manajemen resiko yaitu mulai dari:

Proses identifikasi resiko, analisa resiko, eliminasi resiko, administrasi proses manajemen resiko.

Adapun pada proses *Commissioning* pada pipa *Sags* secara umum sumber resiko berasal dari unsur-unsur yang terkait dari proses konstruksi yaitu Masyarakat, Kontraktor, Subkontraktor, Pemasok, Pemilik Proyek, pekerja kontraktor, pekerja subkontraktor, instansi teknis. Sumber resiko yang ada ini berasal dari sumber bahaya dalam tahapan *Commissioning* dilihat dari faktor fungsi secara umum meliputi:

1. Faktor Bahaya Fisik
2. Faktor Bahaya Biologi
3. Faktor Bahaya ergonomi
4. Faktor Bahaya Kimia
5. Faktor Bahaya Phycososial

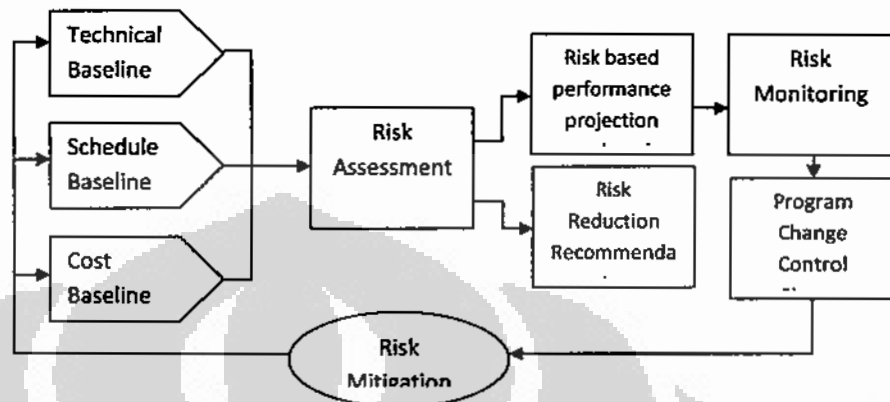
Dan jika dilihat dari faktor struktur atau pipeline akan mempunyai faktor bahaya berasal dari *Leak Impak Faktor* dan jumlah faktor kemungkinan kerusakan (*Index Sum*)

Dalam proses *Commissioning* pipa *Sags* untuk menanggulangi sumber bahaya yang ada yang dapat menimbulkan resiko, maka dilakukan pengelolaan atau pengendalian resiko lewat *process safety management (PSM)*. Dalam hal ini pada kegiatan konstruksi dampak resiko terbesar yang dapat merugikan perusahaan adalah pada kegiatan tahapan *commissioning*

Pada tahapan *commissioning* ini dibagi menjadi dua kegiatan yaitu kegiatan *pre - commission* dan kegiatan *commissioning*. Pada kegiatan inilah seluruh perencanaan konstruksi mulai dari konsep engineering sampai hasil produk akan diuji operasinya sehingga perusahaan akan mempunyai resiko kerugian yang besar dalam aspek finansial, market dan lain-lain jika gagal dalam pengujian pada tahapan ini, sebaliknya jika perusahaan berhasil dalam tahapan ini maka perusahaan akan dapat mengendalikan resiko dan bahkan akan mengalami keuntungan dari sisi finansial dan market. Richard Collins and Cellian Lawson. 1998: *Project Management for The Process Industries*, Inst of Chemical Engineers UK. Novo *Section 1*, p 130.

Dalam mengendalikan resiko ini dengan majemen resiko maka tingkat efektifitas pengendalian atau mitigasi melalui *process safety management* sangatlah penting, karena pelaksanaan *process safety management* berpengaruh kepada *technical baseline*, yang otomatis mempengaruhi *schedule* dan *cost*.

Gambar 17. *The Role of Risk Management in Overall Program Management*



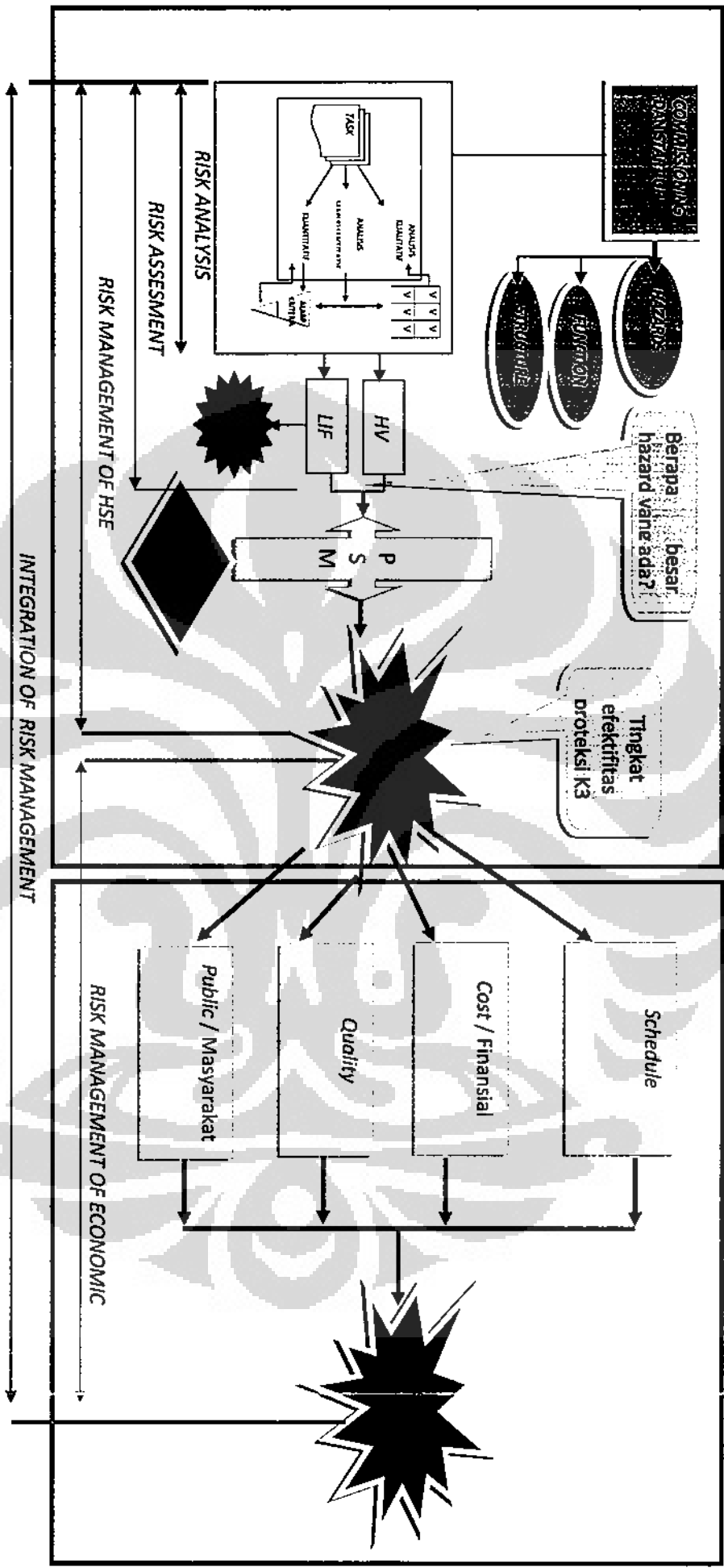
Sumber: John P. Kindinger, 1999, *Use of Probabilistic Cost and Schedule Analysis at Los Alamos National Laboratory*. Philadelphia, p2.

3.2 Kerangka Konsep

Kerangka konsep ini berawal dari masalah hazard yang menimbulkan resiko terbesar yang kemungkinan dihadapi oleh perusahaan pada saat melakukan kegiatan pada tahapan *commissioning*.

Besar resiko pada tahapan *commissioning* akan diukur dengan menggunakan manajemen resiko berdasarkan pada sumber Hazard yang ada pada tahapan ini yang mempunyai potensi terhadap kerugian perusahaan .

Kemudian setelah mengetahui besar potensi resiko yang dihadapi perusahaan, maka process safety management yang ada melalui elemen - elemennya dalam tahapan ini akan diukur tingkat derajatnya (*performance level*) sehingga dapat diketahui dampak proteksi k3 pada perusahaan dalam memproteksi resiko.



Gambar 18. Kerangka Konsep

3.3 Definisi Operasional

3.3.1 Identifikasi *Hazard*

Aktivitas kegiatan pada tahapan commissioning untuk pipa penyalur uap panas pada pembangunan pembangkit tenaga listrik panas bumi (PLTP) antara lain sebagai berikut:

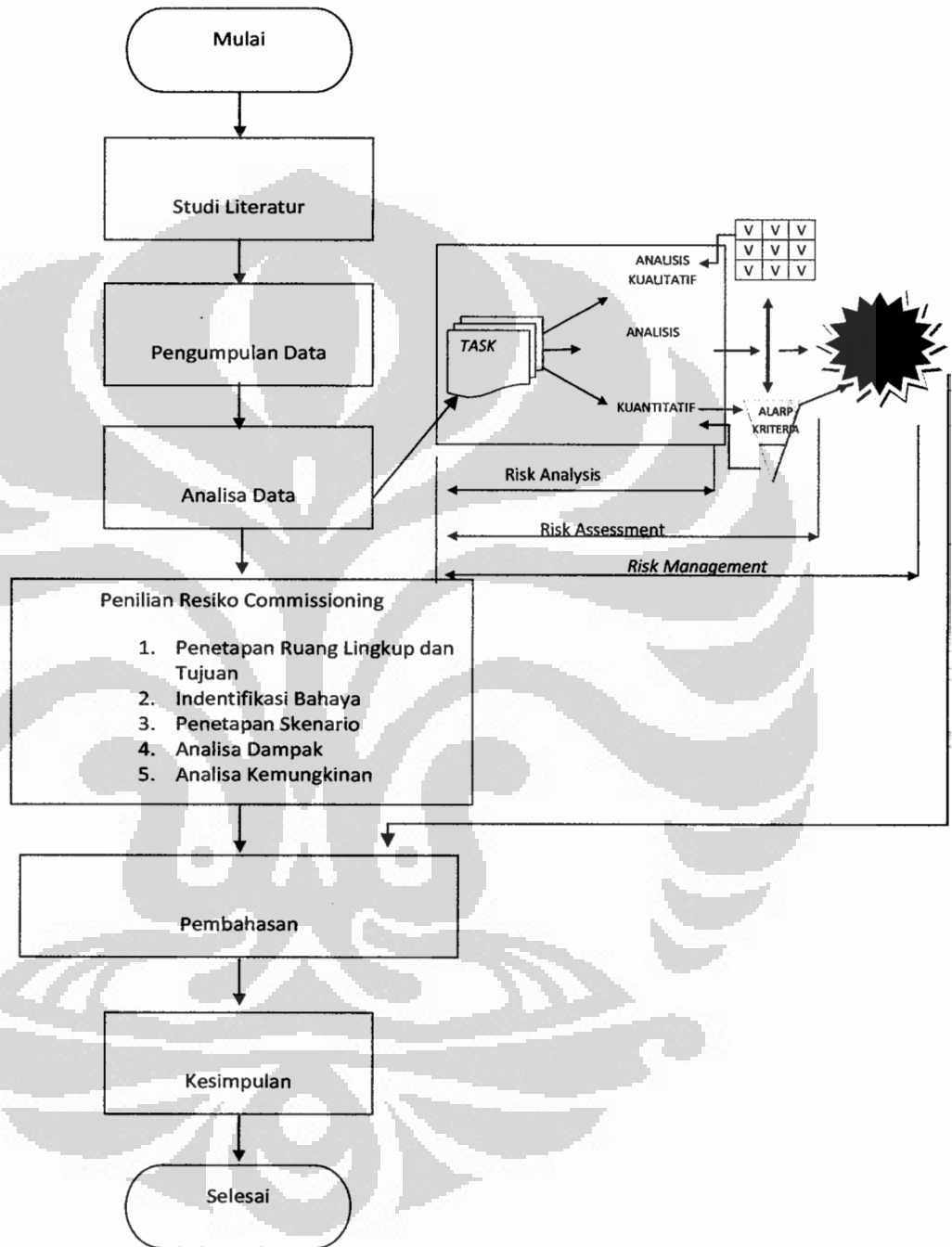
1. *Tie in* adalah penyambungan antara peralatan yang dibangun dengan sumber energi yang ada termasuk *interconnection* dengan existing.
2. Tes tekan dengan media air (*Hydratest*) adalah penengetesan kekuatan peralatan dengan pengetesan ditekan dengan media air *ASMI 3.11*
3. Pembersihan didalam peralatan (*Mechanical Cleaning*) adalah kegiatan pembersihan didalam peralatan untuk memastikan bahwa peralatan dalam keadaan bersih.
4. *Steams Blowing* adalah pembersihan kualitas uap panas (*Steams*) termasuk pembersihan peralatan sebelum digunakan sebagai pembangkit energi.
5. *Initial Service Test* adalah test seluruh jaringan alat dan peralatan sesuai dengan rancangan yang sudah dibuat meliputi fungsi setiap peralatan dan fungsi setelah digabungkan menjadi satu jaringan.

3.3.1.1 *Hazard* atau bahaya yang ada pada kegiatan *Commissioning* ini antara lain:

Pada proses *commissioning Wayang Windu Geothermal Geothermal Power Plant* untuk pipa penyalur uap panas ini banyak bahaya (*hazard*) untuk kesehatan keselamatan kerja baik yang berasal dari lingkungan kerja maupun dari proses kegiatannya serta pada *structure* yang dibuat yaitu pipa atau *pipe lines*.

Hazard atau bahaya proses *commissioning* pada penelitian ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu:

Gambar.20. Diagram alir prosedur penelitian



4.4. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian tesis ini adalah

1. Wawancara dan Diskusi

Wawancara dan diskusi dilakukan dengan Manajer Proyek, bagian *risk assessment* PT XYZ dan staf serta pimpinan lain di PT XYZ.

2. Studi Dokumen

Dilakukan untuk data primer dan sekunder, untuk data primer dilakukan dengan pengukuran langsung dilapangan baik secara *engineering* maupun secara pengukuran dengan metode industrial Higiene dengan hasil laboraturium untuk mendapatkan data, sedangkan data sekunder dikumpulkan dengan cara wawancara dari bagian *risk Assessment, HSE,* serta *engineering* dan *project control,* serta dari *project Manager.*

3. Studi pengukuran

Dilakukan terhadap dokumen primer yang akan dikumpulkan untuk analisa resiko, yaitu dengan melakukan pengukuran *hazard* pada kegiatan konstruksi pada tahapan *commissioning dan pipelines* yang berkaitan dengan kegiatan *commissioning* ini.

4.4.1 Pengumpulan Data

Data-Data yang dikumpulkan dan digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Data Sekunder:

- a. *Plot Plan* yang menggambarkan posisi pekerjaan *Commissioning*
- b. Data Engineering untuk peralaran dan datain yang mendukung
- c. Data Rencana dan Tahapan *Commissioning*
- d. Data riwayat kecelakaan sebelumnya pada saat *commissioning*

- e. Data dokumen resiko yang telah dilakukan untuk tahapan *commissioning* termasuk *Hazopnya*.
- f. Data dokumen *process safety management* beserta programnya untuk proteksi pada tahapan *commissioning*.
- g. Data biaya yang direncanakan untuk proyek ini
- h. Data *Schedule* yang sudah direncanakan untuk proyek ini.
- i. Data target *quality* untuk proyek ini.

2. Data Primer:

Dalam hal ini data primer adalah hasil dari pengukuran yang dilakukan yaitu meliputi:

1. Data pengukuran bahaya konstruksi pada tahapan *Commissioning*:

- Data pengukuran faktor-faktor bahaya Fisik
- Data pengukuran faktor-faktor bahaya Kimia
- Data pengukuran faktor-faktor bahaya Biologi
- Data pengukuran faktor-faktor bahaya Ergonomi
- Data pengukuran faktor-faktor bahaya Psiko Sosial

2. Data Bahaya *Pipelines*

- Data *Leak Impact Factor*
- Data *Index Sum*
- *Third Party damage*
- *Corrosion*
- *Design*
- *Incorrect Operation*

Pada pengukuran *Hazard* atau bahaya fungsi pada tahapan *Commissioning* ini antara lain dengan kriteria sebagai berikut :

Tabel 29. Semi Kuantitatif Rating Paparan

Kategori	Gambaran
5 Tidak ada paparan	<i>Concentration 0</i>
1 Rendah paparan	<i>Conc. < 0.2 Standard/TLV</i>
2 Paparan <i>Moderate</i>	<i>Conc. < 0.5 Standard/TLV</i>
3 Paparan Tinggi	<i>Conc. < Standard/TLV</i>
4 Paparan sangat Tinggi	<i>Conc. > Standard/TLV</i>

Tabel.30. Rating Kualitatif

Kategori	Gambaran
0 - Tidak ada paparan	Tidak ada kontak dengan agen
1 - Rendah paparan	Kontak dengan agen pada konsentrasi rendah
2 - Paparan <i>Moderate</i>	Kontak dengan agen kadang-kadang rendah konsentrasi kadang-kadang tinggi konsentrasi
3 - Paparan Tinggi	Frekuensi kontak dengan agen pada konsentrasi tinggi
4 - Paparan sangat Tinggi.	Frekuensi kontak dengan agen pada konsentrasi sangat tinggi

Adapun untuk mengukur bahaya atau *Hazards structure atau pipelines* adalah dengan kriteria Kuantitative sebagai berikut:

Tabel 31. Rating Third Partay Index

A	<i>Minimum Depth of cover</i>	0 – 20 pts	20 %
B	<i>Activity Level</i>	0 - 20 pts	20 %
C	<i>Aboveground Facility</i>	0 - 10 pts	10 %
D	<i>Line Locating</i>	0 - 15 pts	15 %
E	<i>Public Education</i>	0 - 15 pts	15 %
F	<i>Right of way condition</i>	0 - 5 pts	5 %
G	<i>Patrol</i>	0 - 15 pts	15 %
<i>Score</i>		0 – 100 pts	100 %

Sesuai dengan *scoring* dari W Kent Muhlbauer bahwa semakin kecil kecil *score* yang didapat semakin besar resikonya, dan *score* maximum yang didapat adalah 100 %.

Kedalaman minimum dari pelindung *Score* maks = 20 pts. Angka ini adalah jumlah pelindung tanah di atas bagian pipa yang paling dangkal. Tidak menjadi masalah seberapa dangkal bagian pipa yang dilindungi, tetapi nilai rata-rata kedalaman adalah yang dapat diterima. Penentuan *Score* berdasarkan perhitungan dengan formula sebagai berikut:

$Score = (\text{Ketebalan cover dalam satuan inch}) / 3 = \text{nilai points sampai 20 points (pts)}$. *Score* tambahan, apabila ada perlindungan tambahan maka akan diberi *score* tambahan sebagai berikut:

<i>2 inchi concrete coating</i>	=	8 inch lapisan tanah
<i>4 inchi concrete coating</i>	=	12 inch lapisan tanah
<i>Pipa casing</i>	=	24 inch lapisan tanah
<i>Cncreate slab</i>	=	24 inch lapisan tanah
<i>Warning tape</i>	=	6 inch lapisan tanah

Activitas Level (Score = 20)

1. High Activity Level (Score = 0)

Dengan karakteristik salah satu atau lebih keterangan dibawah ini :

- Kepadatan penduduk klas 3 (DOT CFR part 1992)
- Kepadatan penduduk sekitarnya tinggi
- Aktivitas konstruksi tinggi
- Volume kegiatan One-call tinggi
- Jalur perlintasan kereta api
- Banyak tertanam pipa lain pada jalur pipa tersebut

2. Medium Activity Level (Score = 8 pts)

Dengan karakteristik salah satu atau lebih dibawah ini :

- Kepadatan penduduk kelas 2
- Kepadatan penduduk sekitarnya rendah
- Kegiatan konstruksi jarang
- Volume kegiatan One-call rendah
- Sedikit tertanam pipa lain pada jalur pipa tersebut

3. Low Activity Level (Score = 15 pts)

Dengan karakteristik semua dibawah ini:

- Kepadatan kelas 1

- Kepadatan penduduk sekitarnya rendah, pedesaan
- Tidak ada aktivitas konstruksi selama 10 tahun terakhir
- Kegiatan agrarian

4. None (Score=20)

Aboveground facilities (skor maks= 10 pts)

Penilaian sbb :

No *abovegrund facilities* : 10 pts

Abovegrund facilities : 0 pts

Facilities berjarak > 200 ft dari jalan kendaraan : 5 pts

Dipasang pagar kawat sekeliling jarak 6 ft : 2 pts

Perlindungan dudukan pipa baja : 3 pts

Perlindungan pohon di 12 in : 4 pts

Perlindungan dengan parit : 3 pts

Pemasangan tanda peringatan : 1 pts

One – call System (Skor maks = 10 pts)

Penilaian sbb :

Dilengkapi dengan aspek hukum : 4 pts

Data-data bukti efisiensi dan handal : 2 pts

Diumumkan secara luas ke masyarakat : 2 pts

Memenuhi standar *ULCCA* : 2 pts

Reaksi tepat terhadap panggilan : 5 pts

Public Education Program (skor maks = 15 pts)

Penilaian sbb :

Dengan pemberitahuan sebagai surat : 2 pts

Pertemuan dengan instansi terkait 1 kali/th	: 2 pts
Pertemuan dengan lokal kontraktor 1 kali/th	: 2 pts
Penyuluhan masyarakat secara regular	: 2 pts
Kontrak <i>door – to – door</i> dengan penduduk terdekat	: 4 pts
Pemberitahuan dengan surat terhadap kontraktor	: 2 pts
Publikasi sarana 1 kali/th	: 1 pts

Right – of – way condition (skor maks = 11 pts)

1. *Excellent (skor = 5 pts)*

Kondisi jalur ROW jelas, tanda rambu terlihat dari setiap sudut arah patroli lewat udara dilakukan.

2. *Good (skor = 3 pts)*

Kondisi jalur ROW jelas, rambu-rambu ada tetapi tidak dapat terlihat dari segala arah

3. *Average (skor = 2 pts)*

Kondisi jalur ROW tidak sepenuhnya jelas, diperlukan rambu tambahan terutama pada perlintasan jalan kereta api, perlintasan sungai dll.

4. *Below Average (skor = 1 pts)*

Kondisi jalur ditumbuhi banyak tumbuh-tumbuhan, tidak seluruh jalur terlihat dari udara dan dari darat, rambu kurang.

5. *Poor (skor = 0 pts)*

Kondisi jalur pipa tidak ada ROW dan tidak ada rambu.

Frekuensi Patroli (skor maks = 15 pts)

Penilaian sbb:

Patroli dilakukan setiap hari : 15 pts

Patroli dilakukan 4 hari/minggu	: 12 pts
Patroli dilakukan 3 hari/minggu	: 10 pts
Patroli dilakukan 2 hari/minggu	: 8 pts
Patroli dilakukan 1 hari/minggu	: 6 pts
Patroli dilakukan < dari 4 hari/minggu	: 4 pts
Patroli dilakukan < dari 1 hari/minggu	: 2 pts
Tidak pernah dilakukan patroli	: 0 pts

Tabel.32.

Rating Corrosion Index

A	<i>Atmospheric Corrosion</i>	<i>0 – 10 pts</i>	<i>10 %</i>
	<i>A.1. Atmospheric Exposures</i>	<i>0 – 5 pts</i>	
	<i>A.2. Atmospheric Type</i>	<i>0 – 2 pts</i>	
	<i>A.3. Atmospheric Coating</i>	<i>0 – 3 pts</i>	
B	<i>Internal Corrosion</i>	<i>0 – 20 pts</i>	<i>20 %</i>
	<i>B.1. Product Corrosivity</i>	<i>0 – 10 pts</i>	
	<i>B.2. Internal Protection</i>	<i>0 – 10 pts</i>	
C	<i>Subsurface Corrosion</i>	<i>0 – 70 pts</i>	<i>70 %</i>
	<i>C.1. Subsurface Invironment</i>	<i>0 – 20 pts</i>	
	<i>Soil Corrosivity</i>	<i>0 – 15 pts</i>	

	<i>Mechanical Corrosion</i>	<i>0 – 5 pts</i>	
	<i>C.2. Cathodic protection</i>	<i>0 – 8 pts</i>	
	<i>Effectiveness</i>	<i>0 – 15 pts</i>	
	<i>Interference Potential</i>	<i>0 – 10 pts</i>	
	<i>C.3. Coating</i>	<i>0 – 10 pts</i>	
	<i>Fitness</i>	<i>0 – 10 pts</i>	
	<i>Condition</i>	<i>0 – 15 pts</i>	
		<i>0 – 100 pts</i>	100 %

Sesuai dengan *scoring* dari W Kent Muhlbauer bahwa semakin kecil kecil *score* yang didapat semakin besar risikonya, dan *score* maximum yang didapat adalah 100 %.

Indeks Korosi (*corrosion index*) skor maks = 100 pts

Yang termasuk dalam risiko korosi adalah sebagai berikut:

Uraian	Skor	Prosentase
A. Korosi Atmosfer	<i>0 – 10 pts</i>	10%
1. Terpajan atmosfer	<i>0 – 5 pts</i>	
2. Tipe atmosfer	<i>0 – 2 pts</i>	
3. Pelapisan/pemeriksaan	<i>0 – 3 pts</i>	
B. Korosi Internal	<i>0 – 20 pts</i>	20%

1. Korosifitas produk	0 – 10 pts	
2. Internal Protection	0 – 10 pts	
C. Burried Metal Corrosion	0 – 60 pts	60%
1. Perlindungan katodik	0 – 8 pts	
2. Konidisi coating	0 – 10 pts	
3. <i>Soil corrosivity</i>	0 – 4 pts	
4. Usia sistim	0 – 3 pts	
5. <i>Metal yang lain</i>	0 – 4 pts	
6. <i>AC induced current</i>	0 – 4 pts	
7. Korosi mekanis	0 – 5 pts	
8. <i>Test leads</i>	0 – 6 pts	
9. <i>Close interval survey</i>	0 – 8 pts	
10. Internal inspection tool	0 – 8 pts	
Total (Sum)	0 – 100 pts	100%

Korosi atmosfer (*Atmospheric Corrosion*) skor maks = 20 pts

1. Facilities (skor maks = 5 pts)

Penilaian sbb:

<i>Air/water interface</i>	= 0 pt
<i>Casing</i>	= 1 pt
<i>Insulation</i>	= 2 pts
<i>Support/hanger</i>	= 2 pts
<i>Groundfair interface</i>	= 2 pts
<i>Other exposures</i>	= 4 pts
<i>None</i>	= 5 pts

Multi occurrence detractor = -1 pts

2. *Atmospheric type (skor = 10 pts)*

Chemical and marine = 0 pts

Chemical and high humidity = 2 pts

Marine, swamp, coastal = 4 pts

High humidity, high temp = 6 pts

Chemical and low humidity = 8 pts

Low humidity = 10 pts

3. *Tabel. 33. Kriteria Coating and inspection (skor maks = 5 pts)*

<i>Deskripsi</i>	<i>Good</i>	<i>Fair</i>	<i>Poor</i>	<i>Absent</i>
<i>Skor:</i>	<i>(3)</i>	<i>(2)</i>	<i>(1)</i>	<i>(0)</i>
<i>A. Coating</i>				
<i>B. Application</i>				
<i>C. Inspection</i>				
<i>D. Correction of Defects</i>				

TOTAL SCORE =x 5/2 =

A. *Coating*

Ketepatan pada kualitas coating yang digunakan dengan pengaplikasiannya.

- *Good* = *coating* yang digunakan brkualitas tinggi dan disesuaikan dengan kondisi lingkungan yang ada.
- *Fair* = *coating* diterapkan, namun tidak layak untuk kondisi lingkungan yang ada.
- *Poor* = *Coating* diterapkan tetapi tidak sesuai dengan peruntukannya dalam jangka panjang untuk kondisi lingkungan yang ada

- *Absent* = tidak digunakan coating

B. Application

Dikaji mengenai proses aplikasi coating dan kualitasnya yang meliputi *pre-cleaning*.

Ketebalan coating serta factor lingkungan (*temperature*, kelembaban, debu,dll) serta proses pembuatannya.

- *Good* = spesifikasi detail, terdapat system quality control, terdapat perhatian yang mendalam terhadap proses penerapannya.
- *Fair* = terdapat aplikasi, namun tanpa supervise dan quality control
- *Poor* = aplikasi berkualitas rendah, dan ceroboh/tidak hati-hati
- *Absent* = aplikasi tidak tepat, lingkungan tidak terkontrol.

C. Inspection

Dikaji mengenai program inspeksi dalam hal ketepatan waktu dan ketelitian/kecermatan program inspeksi.

- *Good* = inspeksi bersifat formal, dan khusus dilakukan untuk kejadian korosi yang disebabkan oleh kondisi atmosfer.
- *Fair* = inspeksi berlangsung secara informal dan dilakukan oleh seseorang yang berkualifikasi
- *Poor* = inspeksi yang dilakukan hanya sedikit dan bersifat sekilas.
- *Absent* = tidak terdapat program inspeksi untuk korosi yang disebabkan oleh kondisi atmosfer.

D. Correction of Defects

Dikaji program defect correction (koreksi adanya cacat coating/kekurangan) meliputi kecermatan/ketelitian dan ketepatan waktu.

- *Good* = terdapat pelaporan adanya coating defect (cacat coating) dan proses reparasi/perbaikan terhadap cacat coating terjadwal.
- *Fair* = cacat coating dilaporkan secara informal, dan proses reparasi cacat coating dilakukan pada waktu-waktu yang kosong (tidak terjadwal)
- *Poor* = cacat coating tidak dilaporkan secara konsisten dan tidak ada proses reparasi.
- *Absent* = perhatian yang diberikan terhadap cacat coating sangat sedikit atau bahkan tidak dilakukan sama sekali.

Korosi internal (*Internal Corrosion*) skor maks = 20 pts

1. *Product Corrosivity* (skor maks = 10 pts)

- *Strongly corrosion* = 0 pt

Produk bersifat sangat incompatible dan sangat mengkorosi terhadap pipa, proses korosi terlangsung cepat. Contoh produk: air, produk larutan garam, produk yang mengandung H₂S, dan produk asam.

- *Mindly corrosive* = 3 pts

- Kerusakan pipa berlangsung lambat
- Tidak diketahui

- *Corrosive only under special condition* = 7 pts

Produk secara umum tidak mempengaruhi pipa, namun ada kemungkinan masuknya komponen lain yang dapat mempengaruhi, seperti *excursion*/ pemasukan gas CO₂ atau air garam kedalam pipa gas metan, dll

- *Never corrosive* = 10 pts

2. *Internal protection* (skor maks = 1 pts)

• *None* = 0 pts

• *Internal monitoring* = 2 pts

- Dengan *probe/sensor* untuk mengukur transmisi listrik secara kontinyu

- Dengan *coupon* yang turut mengalir pada produk

- Mengkaji produk-produk yang ada pada *filter*

• *Inhibitor injection* = 4 pts

Menginjeksikan anti korosi: chemical inhibitor, oxygen scavenging (perlengkapan oksigen), biocides (antimikroba), dll.

• *Internal coating* = 5 pts

Pelapisan pipa dengan plastic, karet, keramik, dll;

• *Operational measures* = 3 pts

Sistem/peralatan yang diterapkan untuk mencegah korosi, seperti: *filter*, *dehydrator*, *strips sour gas*, *temperature control*. Harus dicek kondisi dan efektifitas peralatan/sistem yang dipakai.

• *Pigging* = 3 pts

Subsurface Corrosion (skor maks = 60 pts)

1. *Cathodic protection* (skor maks = 8 pts)

Memenuhi kriteria umum = 8 pts

Tidak memenuhi kriteria = 0 pts

2. Tabel. 34. Kriteria *Coating Condition* (skor maks = 10 pts)

<i>Deskripsi</i>	<i>Good</i>	<i>Fair</i>	<i>Poor</i>	<i>Absent</i>
<i>Skor:</i>	(3)	(2)	(1)	(0)
<i>A. Coating</i>				
<i>B. Application</i>				
<i>C. Inspection</i>				
<i>D. Correction of Defects</i>				

TOTAL SCORE =x 10/12 =

A. Coating

Dikaji ketepatan dan kualitas coating yang digunakan dengan pengaplikasiannya.

- *Good* = coating yang digunakan berkualitas tinggi dan disesuaikan dengan kondisi lingkungan yang ada.
- *Fair* = coating diterapkan tepat, namun tidak didesain untuk kondisi tertentu.
- *Poor* = Coating diterapkan tetapi tidak sesuai dengan kondisi lingkungan yang ada.
- *Absent* = tidak digunakan coating

Selain itu, pertimbangan lain dapat digunakan untuk mengkaji kondisi coating, yaitu hasil pengukuran arus listrik pada *Cathodic protection*:

<i>Current Requirements</i>	<i>Coating Condition</i>
<i>0.0003 mA/sq ft</i>	<i>Good</i>
<i>0.003 mA/ sq ft</i>	<i>fair</i>

0.1 mA/ sq ft

poor

2.19 mA/ sq ft

Absent

B. Application

Dikaji mengenai proses aplikasi coating dan kualitasnya yang meliputi *pre-cleaning*. Ketebalan coating serta factor lingkungan (temperature, kelembaban, debu,dll) serta proses pembuatannya.

- *Good* = sepesifikasi detail, terdapat system quality control, terdapat perhatian yang mendalam terhadap proses penerapannya.
- *Fair* = terdapat aplikasi, namun tanpa supervise dan quality control
- *Poor* = aplikasi berkualitas rendah, dan ceroboh/tidak hati-hati
- *Absent* = aplikasi tidak tepat, lingkungan tidak terkontrol.

C. Inspection

Dikaji mengenai program inspeksi dalam hal ketepatan waktu dan ketelitian/kecermatan program inspeksi.

- *Good* = inspeksi bersifat formal, dan khusus dilakukan untuk kejadian korosi yang disebabkan oleh kondisi buried metal.
- *Fair* = inspeksi berlangsung secara informal dan dilakukan oleh seseorang yang berkualifikasi
- *Poor* = inspeksi yang dilakukan hanya sedikit dan bersifat sekilas.
- *Absent* = tidak terdapat program inspeksi untuk korosi yang disebabkan oleh kondisi buried metal.

D. Correction of Defects

Dikaji program defect correction (koreksi adanya cacat coating/kekurangan) meliputi kecermatan/ketelitian dan ketepatan waktu.

- *Good* = terdapat pelaporan adanya coating defect (cacat *coating*) dan proses reparasi/perbaikan terhadap cacat coating terjadwal.
- *Fair* = cacat coating dilaporkan secara informal, dan proses reparasi cacat coating dilakukan pada waktu-waktu yang kosong (tidak terjadwal)
- *Poor* = cacat coating tidak dilaporkan secara konsisten dan tidak ada proses reparasi.
- *Absent* = perhatian yang diberikan terhadap cacat coating sangat sedikit atau bahkan tidak dilakukan sama sekali.

3. *Soil Corrosivity (skor maks = 4 pts)*

$< 500 \text{ ohm-cm}$	$= 0 \text{ pts}$
$500 - 10.000 \text{ ohm - cm}$	$= 2 \text{ pts}$
$>10.000 \text{ ohm - cm}$	$= 4 \text{ pts}$
Tidak diketahui	$= 0 \text{ pts}$
Situasi khusus	$= -1 \text{ s/d } -4 \text{ pts}$

4. *Age of System (skor maks = 5 pts)*

$0 - 5 \text{ th}$	$= 3 \text{ pts}$
$5 - 10 \text{ th}$	$= 2 \text{ pts}$
$10 - 20 \text{ th}$	$= 1 \text{ pts}$
$>20 \text{ th}$	$= 0 \text{ pts}$

5. *Current flow to other buried metal (skor maks = 4 pts)*

No. Of Occuences

<i>None</i>	$= 4 \text{ pts}$
$1 - 10$	$= 2 \text{ pts}$
$11 - 25$	$= 1 \text{ pts}$

>25 = 0 pts

- Adakah tindakan pencegahan yang diterapkan ?

Ya Tidak

Jika ya, berikan skor dan kalikan nilai diatas dengan faktor 2 sampai dengan 3:

Skor =x (2 s/d 3) =

6. AC Interface (skor maks = 4 pts)

Tidak ada AC power pada jarak 500ft dari pipa = 4 pts

AC power dekat jalur pipa tetapi ada pelindung = 2 pts

AC power dekat jalur pipa tidak ada pelindung = 0 pts

7. Mechanical Corrosion (skor maks = 5 pts)

Ditentukan berdasarkan nilai % stress level atau % MAOP yang ditabulasi silang dengan nilai Environment

$$\% \text{ Stress level atau \% MAOP} = \frac{\text{Operating pressure tertinggi yang Pernah dicapai}}{\text{MAOP}} \dots\dots\% =$$

$$\text{Environment} = (\text{Product corrosivity}) + (\text{Land Corrosivity})$$

Tabel. 35
Penentuan skoring hubungan antara MAOP dan Environment
(W. Kent Muhlbauer)

Environment	% MAOP			
	0 – 20%	21 – 50%	51 – 75%	>75%
0	3	2	1	1
4	4	3	2	1
9	4	4	3	2
14	5	5	4	3

8. *Test Leads* (skor maks = 6 pts)

- Lokasi test leads dan interface yang adda
 - Test leads dengan jarak < 1 mil = 3 pts
 - Test leads berjarak 1 – 2 mil dan terdapat pertemuan dengan pipa lain yang juga dimonitor dengan test leads = 1 – 2 pt
 - Test leads berjarak > 2 mil. Tidak ada pipa lain = 0 pts
- Interval waktu pelaksanaan testing dilakukan setiap:
 - < 6 bulan = 3 pts
 - 6 bulan – 1 tahun = 2 pts
 - > 1 tahun = 1 pts

9. *Close Interval Survey* (skor maks = 8 pts)

- Apabila survey dilakukan terakhir pada tahun ini maka skor = 8 pts
- Apabila survey terakhir dilakukan tahun lalu maka skor = $8 - 1 = 7$ pts
- Apabila survey dilakukan terakhir pada 2 tahun yang lalu maka skor = 6 pts

10. *Internal Inspection Tool* (skor maks = 8 pts)

Intelligent pigs score dilakukan dengan formula sbb:

$$\text{Skor} = 8 - (\text{tahun terakhir inspeksi})$$

Contoh : apabila inspeksi terakhir dilakukan 2 tahun lalu, maka skor = $8 - 2 = 6$ pts

Tabel. 36

Rating Design Index

A	<i>Safety Factor</i>	0 – 35 pts	35 %
B	<i>Faticque</i>	0 - 15 pts	15 %
C	<i>Surge Potential</i>	0 - 10 pts	10 %
D	<i>Integrity Verifications</i>	0 - 25 pts	25 %
E	<i>Land Movement</i>	0 - 15 pts	15 %
		0 –100 pts	100 %

Sesuai dengan *scoring* dari W Kent Muhlbauer bahwa semakin kecil kecil *score* yang didapat semakin besar resikonya, dan *score maximum* yang didapat adalah 100 %.

A. *Safety Factor*

Pipe *safety factor* ditentukan berdasarkan ratio ketebalan aktual pipa dibagi dengan ketebalan desain pipa.

<i>t</i>	<i>Points</i>
< 1.0	- 5 <i>Warning</i>
1.0 – 1.1	2
1.11 – 1.20	5
1.21 – 1.40	9
1.41 – 1.60	12
1.61 – 1.80	16
> 1.81	20

$$t = t \text{ aktual}/t \text{ desain}$$

$$t \text{ desain} = \{(P \times D)/(2 \times \text{SMYS})\} + 10\%$$

P = tekanan operasi maksimal

D = Diameter pipa

Untuk mendapatkan skor, gunakan rumus : $(t - 1) \times 20 = \dots$ Points

B. *Fatigue*

Fatigue adalah kelemahan dari suatu material dikarenakan beban tekanan yang terjadi berulang-ulang. Beban tekanan yang tinggi dan berulang-ulang dapat menyebabkan kerusakan yang lebih parah dari pada yang diaibatkan faktor lain seperti : faktor kondisi permukaan pipa, geometri, proses pembuatan material, proses pengelasan, daya tahan terhadap keretakan dll.

Dalam menentukan skor terhadap faktor kelelahan 2 komponen yang sangat menentukan yaitu % *MAOP* (*Maximum Allowable Operating Pressure*) dan banyaknya *Lifetime cycles*

Tabel.37

Hubungan antara *MAOP* dan *Lifetime Cycles*

% MAOP	$< 10^3$	$10^3 - 10^4$	$10^4 - 10^5$	$10^5 - 10^6$	$> 10^6$
100	7	5	3	1	0
90	9	6	4	2	1
75	10	7	5	3	2
50	11	8	6	4	3
25	12	9	7	5	4
10	13	10	8	6	5
5	14	11	9	7	6

C. Surge Potential

Surge Pressure adalah tekanan *gas/fluida* terhadap system perpipaan akibat aliran gas dalam pipa. Terjadinya perubahan aliran secara tiba-tiba mengakibatkan energy kinetik terkonversi menjadi energi tekanan potensial. Perubahan aliran gas dapat terjadi akibat kegiatan operasional system perpipaan seperti kegiatan buka/tutup valve, *turn on – off system*, dll.

Dalam menentukan skor ditetapkan berdasarkan terjadinya tekanan yang meningkat 10% dari *MAOP* dan dikategorikan dalam 3 kategori sbb:

<i>High probability</i>	<i>0 pts</i>
<i>Low probability</i>	<i>5 pts</i>
<i>Impossible</i>	<i>10 pts</i>

- *High probability*

Kondisi dikategorikan sebagai *high probability* apabila dalam pengoperasian system (*devices, equipment, fluid velocity*) dapat menimbulkan *pressure surge*.

- *Low probability*

Kondisi dikategorikan *low probability* apabila kecepatan fluida (*fluid velocity*) dapat mengakibatkan *pressure surge*, namun pengoperasian sistem (*surge tanks, relief valves closures*) dapat meredam kemungkinan terjadinya *pressure surge*.

- *Impossible*

Kondisi dimana system tidak mempunyai potensi terjadinya *pressure surge*.

D. Integrity Verifications

E. Land Movement

Pergerakan tanah dapat terjadi secara tiba-tiba dan menimbulkan bencana, atau perubahan formasi lapisan tanah dalam jangka waktu yang lama dan kondisi mengakibatkan adanya tekanan terhadap pipa dalam waktu yang bertahun-tahun

Penilaian terhadap parameter land movement berdasarkan potensi *land movement*

- *High*

High didefinisikan sebagai kondisi tanah yang selalu berubah/bergerak longsor dll.

- *Medium*

Medium didefinisikan sebagai kondisi tanah jarang bergerak/longsor dan dampak terhadap pipa tidak terlalu berbahaya.

- *Low*

Low didefinisikan sebagai kondisi tanah jarang sekali bergerak

- *None*

None didefinisikan tidak pernah terjadi pergerakan tanah pada jalur pipa

High 0 pts

Medium 2 pts

Low 6 pts

None 10 pts

Unknown 0 pts

Tindakan koreksi

Apabila dilakukan tindakan koreksi terhadap kondisi tanah seperti pembuatan sistem drainase dll. Kegiatan untuk meningkatkan kondisi tanah ini diberikan bonus skor sbb:

Monitoring setiap tahun sekali	+ 1 pts
Monitring setiap saat	+ 2 pts
<i>Stress relieving</i>	+ 3 pts
Maksimum skor	10 pts

Tabel. 38

Rating Incorrect Operation Index

A	<i>Design</i>		
	<i>A.1. Hazard Identification</i>	0 – 4 pts	
	<i>A.2. MAOP Potential</i>	0 – 12 pts	
	<i>A.3. Safety System</i>	0 – 10 pts	
	<i>A.4. Material Selection</i>	0 – 2 pts	
	<i>A.5. Checks</i>	0 – 2 pts	
		0 – 30 pts	30 %
B	<i>Construction</i>		
	<i>B.1. Inspection</i>	0 – 10 pts	
	<i>B.2. Material</i>	0 – 2 pts	
	<i>B.3. Joining</i>	0 – 2 pts	
	<i>B.4. Backfill</i>	0 -2 pts	
	<i>B.5. Handling</i>	0 – 2 pts	20 %

	<i>B.6. Coating</i>	0 – 2 pts	
		0 – 20 pts	
C	<i>Operation</i>		70 %
	<i>C.1. Procedures</i>	0 – 7 pts	
	<i>C.2. CSADA/Communications</i>	0 – 3 pts	
	<i>C.3. Drug Testing</i>	0 – 2 pts	
	<i>C.2. Cathodic protection</i>	0 – 8 pts	
	<i>C.4. Safety Programs</i>	0 – 2 pts	
	<i>C.5. Survey/Maps/Records</i>	0 – 5 pts	
	<i>C.6. Trainig</i>	0 – 10 pts	
	<i>C.7. Mechanical Error Preventers</i>	0 – 6 pts	
		0 – 35 pts	35 %
D	<i>Maintenance</i>		
	<i>D.1. Documentation</i>	0 – 2 pts	
	<i>D.2. Schedule</i>	0 – 3 pts	
	<i>D.3. Procedure</i>	0 – 10 pts	
		0 - 15	15 %

Sesuai dengan *scoring* dari W Kent Muhlbauer bahawa semakin kecil kecil *score* yang didapat semakin besar resikonya, dan *score maximum* yang didapat adalah 100 %.

***Leak Impact Factor = Product Hazard (PH) X Leak Volume(LV) X Dispersion (D) X
Receptors (R)***

W. Kent Muhlbauer. 2004, *Pipeline risk management ideas, techniques, and resources*,
Elsevier, Burlington, p 133

A. Product Hazard (Acute + Chronic Hazard) 0 – 22 points

A.1. Acute Hazards

a. nf..... 0 – 4 pts

b. nr..... 0 – 4 pts

c. nh..... 0 – 4 pts

Total (nf + nr + hh)..... 0 – 12 pts

A.2. Chronic Hazard (RQ)..... 0 – 10 pts

B. Leak Volume (LV)

C. Dispersion (D)

D. Receptors (R)

D.1. Population Density (POP)

D.2. Environmental Consideration (ENV)

D.3. High Value Areas (HVA)

Total (MOP+ENV+HVA)

Penilaian *Hazard* / Bahaya terhadap kebocoran pipa ke udara adalah seperti tertera dalam tabel berikut ini.

Tabel .39. *Pipeline Product*

<i>Product</i>	<i>Boiling Pt (F)</i>	<i>Health Hazard (Nh)</i>	<i>Fire Hazard (Nf)</i>	<i>Reactive Hazard (Nr)</i>	<i>RQ points²</i>
<i>Benzene</i>	176	2	3	0	8
<i>1,3-Butadiene</i>	24	2	4	2	10
<i>Butane</i>	31	1	4	0	2
<i>Carbon Monoxide</i>	-314	2	4	0	2
<i>Chlorine</i>		3	0	0	8
<i>Ethane</i>	-128	1	4	0	2
<i>Ethyl Alcohol</i>	173	0	3	0	4
<i>Ethylbenzene</i>	277	2	3	0	4
<i>Ethylene</i>	-155	1	4	2	2
<i>Ethylene glycol</i>	387	1	1	0	6
<i>Fuel Oil (#1 - #6)</i>	304-574	0	2	0	6
<i>Gasoline</i>	100-400	1	3	0	6
<i>Hydrogen</i>	-422	0	4	0	0
<i>Hydrogen sulfide</i>	-76	3	4	0	6
<i>Isobutane</i>	11	1	4	0	2 ^b
<i>isopentane</i>	82	1	4	0	6
<i>Jet Fuel A & A1</i>		0	2	0	6
<i>Jet Fuel A & A1</i>		1	3	0	6
<i>Kerosene</i>	304-574	0	2	0	6
<i>Methane</i>	-259	1	4	0	2
<i>Mineral Oil</i>	680	0	1	0	6
<i>Nephtalene</i>	424	2	2	0	6
<i>Nitrogen</i>		0	0	0	0
<i>Petroleum (crude)</i>		1	3	0	6
<i>Propane</i>	-44	1	4	0	2
<i>Propylene</i>	-53	1	4	1	2
<i>Toluene</i>	231	2	3	0	4
<i>Vinyl Chloride</i>	7	2	4	1	10
<i>Water</i>	212	0	0	0	0

W. Kent Muhlbauer. 2004, *Pipeline risk management ideas, techniques, and resources*, Elsevier, Burlington.

Perhitungan *score* kecepatan pelepasan produk antara lain seperti tabel berikut:

Tabel.40. Kecepatan pelepasan produk berdasarkan Nilai *RQ*

<i>RQ (lb)</i>	<i>Points</i>
<i>None</i>	0
5000	2
1000	4
100	6
10	8
1	10

W. Kent Muhlbauer. 2004, *Pipeline risk management ideas, techniques, and resources*, Elsevier, Burlington.

Perhitungan *Spill Score* antara lain sebagai berikut:

Tabel.41. Pelepasan material berdasarkan berat molekul setelah 10 menit

<i>MW/BW</i>	0 – 5.000	5.000 – 50.000	50.000 – 500.000	> 500.000
=> 50	4	3	2	1
28 – 49	5	4	3	2
<=	6	5	4	3

Perhitungan *population density* adalah sebagai berikut sesuai tabel:

Tabel.42. Kategori kepadatan penduduk

Kategori	Kriteria jumlah bangunan dalam wilayah sepanjang 8 Km, lebar 0.4 KM	Nilai Resiko
A	0 s/d 10	1
B	10 s/d 46	2
C	>46	3
D	>46 dan bertingkat	4

**Total Score Index (Index Sum) = Score Trid Party + Score Corrosion Index +
Score Design Index + Score Incorect
Operation Index**

Score Index berkisar 0 – 400 pts atau nilai maximumnya adalah 400 poin

Relative Risk Score(RRS) Untuk Structure atau pipe line adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{RRS = Index Sum / Leack Impak Factor}$$

4.4.1.1. Penilaian Process Safety Management Performance Index

Process PSM yang diaplikasikan dengan kriteria / point 100 pts. Dibawah ini adalah kriteria PSM PT XYZ.

Tabel.43. Kriteria / Point PSM PT XYZ

Elemen	Score	Bobot
<i>Accountability: Objective and Goals</i>	0 – 15 pts	15 %
<i>Process knowlage and documentation</i>	0 – 10 pts	10 %
<i>Capital project hazard reviews</i>	0 – 5 pts	5 %
<i>Process Risk Management</i>	0 – 5 pts	5 %
<i>Training and performanace</i>	0 – 15 pts	15 %
<i>Human factors</i>	0 – 10 pts	10 %
<i>Management of change</i>	0 – 5 pts	5 %
<i>Process and equipment integrity</i>	0 – 10 pts	10 %
<i>Company standards, codes and lows</i>	0 – 5 pts	5 %
<i>Incident Investigation</i>	0 – 5 pts	5 %
<i>Audit and corrective actions</i>	0 – 10 pts	10 %
<i>Enhancement of process safety knowlage</i>	0 – 5 pts	5 %
TOTAL		100

4.4.2. Teknik Analisa Data

Analisa data akan dilakukan dengan pengukuran menggunakan *scoring* dengan mengalikan nilai atau *score dari hazard* pada aspek konstruksi pada tahapan *commissioning* dengan *hazard pipeline*. Kemudian hasilnya akan dibagi dengan *score pada Process Safety Management Perormance Index (PSMPI)*

yang akan menghasilkan *Importance Risk Index*. Dalam hal ini adalah hasil dari *risk management of HSE*. Dibawah ini detail formula perhitungan *Importance Index*:

$$\text{Importance Index (II)} = (\text{Hazards fungsi pada tugas commissioning (HV)} \times \text{Leak Impact Factor (LIF)} / \text{Process Safety Management Performance Index (PSMPI)}).$$

$$\text{Total Importance Index} = (\text{Total Hazards fungsi pada tugas commissioning (HV)} \times \text{Total Leak Impact factor (LIF)} / (\text{PSMPI} \times \text{Index Sum}))$$

Nilai *Importance Index* semakin kecil maka proteksi K3/HSE yang dilakukan semakin efektif dalam memberikan proteksi terhadap *Hazard*.

Sedangkan perhitungan untuk *risk management economic (Cost, Schedule, quality, public)* adalah sebagai berikut:

$$\text{Relative Risk Cost (RRC)} = \text{Cost Performance Index (CPI)} / \text{Total Importance Index (II)}$$

Nilai *Relative Risk Cost (RRC)* semakin besar maka proteksi K3 semakin efektif terhadap kerugian finansial perusahaan.

$$\text{Relative Risk Schedule (RS)} = \text{Schedule performance Index (SPI)} / \text{Total Importance Index (TII)}$$

Nilai *Relative Risk Schedule (RS)* semakin besar maka proteksi K3 semakin efektif terhadap kerugian finansial perusahaan.

$$\text{Relative Risk Quality (RRQ)} = \text{Rejection Rate Expected} / \text{Total Importance Index}$$

Nilai *Relative Risk Quality (RRQ)* semakin besar maka proteksi K3 efektif dalam *memproteksi rejection rate*.

$$\text{Relative Public Risk (RP)} = \text{Saverity Rate} / \text{Total Importance Index}$$

Nilai *Relative Public Risk (RPR)* semakin kecil maka proteksi K3 efektif dalam *memproteksi Public Risk*.

Sedangkan untuk mengetahui *relative risk score* pada *concequences* adalah sebagai berikut:

$$\text{Relative Risk Consequences (RC)} = \frac{\text{Damage Payments as per Contract}}{(\text{RRC} + \text{RS} + \text{RRQ}) - \text{RPR}} \times 100\%$$

Jadi semakin kecil nilai *Relative Risk Consequences (RC)*, maka *possible consequences* semakin kecil, atau untuk mendapatkan probabilitas kerugian semakin kecil

BAB 5

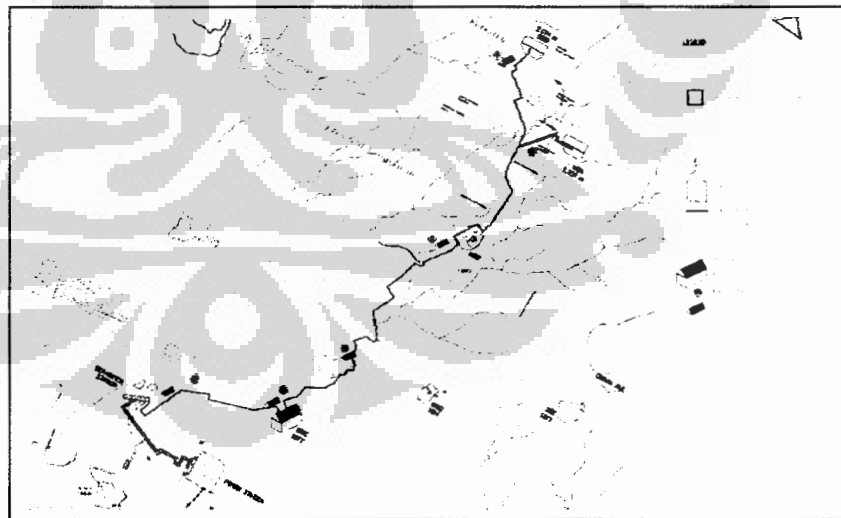
GAMBARAN UMUM

5.1 Profil Perusahaan

PT XYZ berdiri pada 12 Agustus 1981 sebagai perusahaan BUMN, sebagai perusahaan Nasional yang mempunyai kemampuan dalam bidang *Engineering, Procurement dan Construction (EPC)* untuk *Industrial Plant*. Pada lima tahun pertama beroperasi PT XYZ mempunyai *core Business pada chemical dan petrochemical industries*. Pada saat ini PT XYZ sudah merambah pada minyak, gas, power plant, mineral, dan geothermal.

Pada 10 tahun terakhir ini PT XYZ mempunyai beberapa proyek EPC untuk geothermal power plant, sekarang ini sedang berlangsung adalah Wayang Windu Unit 2 Geothermal Power Plant sebagai pembangkit tenaga listrik panas bumi.

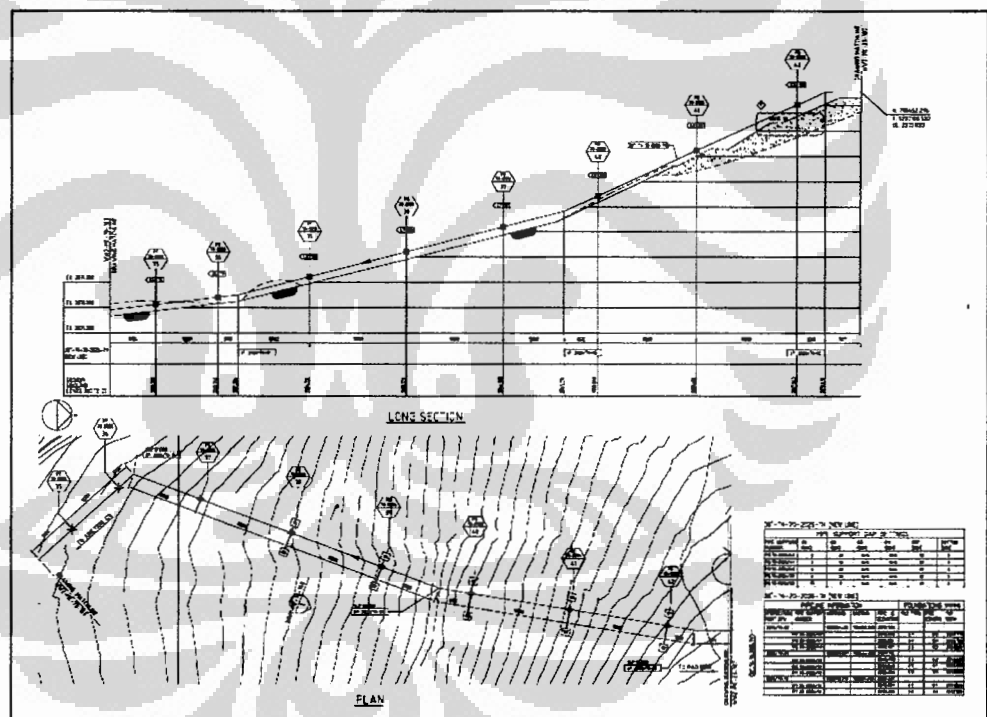
Gambar .21. Lokasi PLTP Wayang Windu Unit 2



Dari gambar lokasi *pipeline* diatas pada PLTP WW 2 terletak di daerah pegunungan dengan kontur tanah perbukitan yang tidak rata dan cenderung naik

turun, serta banyak daerah kemiringan yang tajam berkisar 45° yang dilewati oleh *pipeline* ditambah dengan curah hujan yang tinggi serta *steam* yang dialirkan mempunyai tingkat *corrosive* yang tinggi, hal ini menambah besar faktor bahaya pada *structure pipeline* yang ada. Dari pengalaman PLTP di Dieng yang mengalami suatu *accident* dengan *pipeline* yang meledak, maka faktor *design pipeline* sangat menentukan dalam menjamin *pipeline* aman dioperasikan.

Gambar.22. Kontur spesifik *pipeline* diarea *geothermal energy* dengan bahaya kemiringan yang cukup tinggi.



5.1.1. Lokasi Proyek PLTP Wayang Windu Unit 2.

Lokasi proyek PLT Wayang Windu Unit 2 adalah di daerah pegunungan Malabar tepatnya sumber didapat dari Gunung Bedil dan Gunung Malabar disalurkan dengan *pipeline* sepanjang 8 Km sampai stasiun power di

BAB 6

HASIL PENELITIAN

6.1 Identifikasi *Hazard Construction/operation* Pada Tahapan *Commissioning*

Hazard atau bahaya pada kegiatan konstruksi atau operasi pada tahapan

Commissioning antara lain:

Hazards yang datang dari kegiatan:

1. *Tie – In*
2. *Hydratest*
3. *Flushing*
4. *Blowing*
5. *Mechanical Cleaning*

Dari kegiatan diatas akan menimbulkan faktor-faktor *hazard* antara lain:

Faktor fisik, faktor kimia, faktor biologi, ergonomi, psiko sosial, dari *hazards* ini maka akan menimbulkan potensi kecelakaan dan kerugian pada perusahaan. Dibawah ini tabel faktor bahaya yang disebabkan oleh kegiatan konstruksi atau operasi pada tahapan *Commissioning*.

Tabel .44. Potensi Bahaya Pada Fungsi dalam Proses *Commissioning* untuk Pipa Penyalur Uap panas pada pembangkit tenaga listrik panas bumi Wayang Windu Unit 2

No.	Jenis Kegiatan	Loaksi / Tempat Kerja	Sumber Bahaya	Fisik	Potensi Bahaya Kimia	Biologi	Ergonomi	Durasi	Frekuensi	Pekerja yang terpapar
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	<i>Tie-In</i>	<i>Well pad</i> sumur	Lingkungan Kerja <i>Safety Valve</i> yang ada di <i>well pad</i> /sumur	Debu Panas Kebisingan Listrik	Gas Beracun (H ₂ S, CO)	Bakteri, cacung	<i>MSDS</i>	8 jam	12 X	5 orang
		<i>Pipe Line</i>	Lingkungan Kerja Pipa	Panas Debu Listrik	Gas Beracun (H ₂ S, CO)	Bakteri, cacung	<i>MSDS</i>	8 jam	12 X	25 orang
		<i>Separator area dan Scrubber</i>	<i>Separator Scrubber</i>	Panas Debu Kebisingan	Gas Beracun (H ₂ S, CO)	Bakteri, cacung	<i>MSDS</i>	8 jam	7 X	5 orang
		<i>Rock Muffler Area</i>	<i>Rock Muffler</i>	Panas Debu Kebisingan	Gas Beracun (H ₂ S, CO)	Bakteri, cacung	<i>MSDS</i>	8 jam	12 X	5 orang
2	<i>Hydratest</i>	<i>Pipe Line</i>	Lingkungan Pipa bertekanan	Debu, Peledakan	Gas Beracun (H ₂ S, CO)	Bakteri, cacung	<i>MSDS</i>	4 Jam	10 X	10 orang

No.	Jenis Kegiatan	Lokasi / Tempat Kerja	Sumber Bahaya	Fisik	Kimia	Potensi Bahaya	Biologi	Ergonomi	Durasi	Frekuensi	Pekerja yang terpapar
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
3	<i>Mechanical Cleaning</i>	<i>Separator</i>	Lingkungan <i>Separator</i> Lingkungan <i>Scrabber</i>	Debu, Panas Debu, Panas	Gas Beracun (H ₂ S, CO) Kekurangan Oksigen Gas Beracun (H ₂ S, CO) Kekurangan Oksigen	Bakteri, cacing Bakteri, cacing	<i>MSDs</i> <i>MSDs</i>	8 Jam 8 Jam	3 X 3 X	5 Orang 5 Orang	
4	<i>Flushing Steam Blowing</i>	<i>Separator area</i> <i>Scrabber area</i> <i>Rock Muffler area</i>	Lingkungan <i>Separator</i> Lingkungan <i>Scrabber</i> Lingkungan	Debu <i>Bising, Panas</i> Debu <i>Bising, Panas</i> Debu, Bising, Panas	Gas Beracun (H ₂ S, CO) Kekurangan Oksigen Gas Beracun (H ₂ S, CO)	Bakteri, cacing Bakteri, cacing	<i>MSDs</i> <i>MSDs</i>	8 Jam 8 Jam	12 X 12 X	10 Orang 3 Orang	

No.	Jenis Kegiatan	Loaksi / Tempat Kerja	Sumber Bahaya	Fisik	Potensi Bahaya Kimia	Biologi	Ergonomi	Durasi	Frekuensi	Pekerja yang terpapar
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	<i>Initial Service Test</i>	<i>Sumur area</i>	Lingkungan	Debu, Bising Panas	Gas Beracun (H ₂ S, CO)	Bakteri, cacing	<i>MSDs</i>	8 Jam	1X	10 Orang
		<i>Pipe Lines area</i>	Lingkungan Pipa	Debu <i>Bising, Panas</i>	Kekurangan Oksigen	Bakteri, cacing	<i>MSDs</i>	8 Jam	1X	40 Orang
		<i>Separator area</i>	Lingkungan <i>Separator</i>	Debu Panas	Gas Beracun (H ₂ S, CO)	Bakteri, cacing	<i>MSDs</i>	8 Jam	1X	9 Orang
		<i>Scraber area</i>	Lingkungan <i>Scraber</i>	Debu, panas, Bising	Kekurangan Oksigen	Bakteri, cacing	<i>MSDs</i>	8 Jam	1X	9 Orang
		<i>Rock Muffler area</i>	Lingkungan	Debu, Bising, Panas	Gas Beracun (H ₂ S, CO)	Bakteri, cacing	<i>MSDs</i>	8 Jam	1X	9 Orang

Jumlah tenaga kerja secara keseluruhan berjumlah 550 orang.

Tabel.45.

Hasil Analisis Faktor – Faktor Hazards / Bahaya Fisik pada fungsi tahapan *commissioning sags* pada kegiatan *Tie - In*

AREA	Debu			Panas			Bising			Pencahayaannya			Radiographic		
	Hasil	Satuan	Baku Mutu	Hasil	Satuan	TLV	Hasil	Satuan	TLV	Hasil	Satuan	TLV	Hasil	Satuan	TLV
Area Kerja:															
-MBA Well Pad	34	µg/m ³		0	°C	-	80		85	-	Lumen	-	-	mSv	0.5
-MBA Well Pad	27	µg/m ³		0	°C	-	80		85	-	Lumen	-	-	mSv	0.5
-Rock Muffler	39	µg/m ³	260	0	°C	-	48	dBa	85	-	Lumen	-	-	mSv	0.5
-Separator	46.3	µg/m ³		0	°C	-	60		85	-	Lumen	-	-	mSv	0.5
-Srubber/Power Station	49	µg/m ³		0	°C	-	65		85	-	Lumen	-	-	mSv	0.5
Pemukiman penduduk:															
- Kertamanah	25	µg/m ³	260	0	°C	-	62	dBa	85	-	Lumen	-	-	mSv	0.5
- Cibitung	19	µg/m ³		0	°C	-	48.7		85	-	Lumen	-	-	mSv	0.5

Pada faktor fisik pada fungsi tahapan *commissioning sags* pada kegiatan *Tie-In* tidak ada faktor bahaya fisik yang melebihi nilai ambang batas.

Tabel.46.

Hasil Analisis Faktor – Faktor *Hazards* / Bahaya Kimia Konstruksi / Operasi pada tahapan *commissioning sags* pada kegiatan *Tie - In*

AREA	KIMIA														
	H ₂ S			CO			CO ₂			NO _x		SO ₂			
Area Kerja:	Hasil	Satuan	PEL	Hasil	Satuan	TWA	Hasil	Satuan	TWA	Hasil	Satuan	PEL	Hasil	Satuan	TWA
- <i>MBA Well Pad</i>	2	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5	-	ppm	5
- <i>MBB Well Pad</i>	2	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5	-	ppm	5
- <i>Rock Muffler</i>	-	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5	-	ppm	5
- <i>Separator</i>	-	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5	-	ppm	5
- <i>Strubber/Power Station</i>	-	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5	-	ppm	5
Pemukiman penduduk:															
- Kertamanah	0.009	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5	-	ppm	5
- Cibitung	-	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5	-	ppm	5

Pada faktor kimia pada fungsi tahapan *commissioning sags* pada kegiatan *Tie-In* tidak ada faktor bahaya kimia yang melebihi nilai ambang batas.

Tabel.47.

Hasil Analisis Faktor – Faktor *Hazards* / Bahaya Biologi, Ergonomi, Psiko - sosial pada fungsi pada tahapan *commissioning sags* pada kegiatan *Tie - In*

Group Area Kerja	Biologi, Ergonomi, Psiko - sosial						Psiko - Sosial			
	Biologi	Ergonomi			Psiko - Sosial					
	Hasil Medis	Cacing	Bakteri/ virus	Whole Body Vibration	MSDs	Hand Activities Level	Lifting	Hand Arm (Vibration)	Stress Akut	Stress Kronis
-MBA Well Pad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-MBB Well Pad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-Rock Muffler	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-Separator	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-Subber/Power Station	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Pada faktor biologi, ergonomi, psiko-sosial pada fungsi tahapan *commissioning sags* pada kegiatan *Tie-In* tidak ada faktor bahaya biologi, ergonomi, psiko-sosial yang ditemukan dari data lapangan.

Tabel.48.

Hasil Analisis Faktor – Faktor Hazards / Bahaya Fisik pada Fungsi tahapan *commissioning sags* pada kegiatan *Hydrotest*

AREA	FISIK														
	Debu			Panas			Bising			Pencayaan			Radiographic		
Area Kerja:	Hasil	Satuan	Baku Mutu	Hasil	Satuan	TLV	Hasil	Satuan	TLV	Hasil	Satuan	TLV	Hasil	Satuan	TLV
-MBA Well Pad	34	µg/m ³		0	°C	-	80		85	-	Lumen	-	-	mSv	0.5
-MBA Well Pad	27	µg/m ³		0	°C	-	80		85	-	Lumen	-	-	mSv	0.5
-Rock Muffler	39	µg/m ³	260	0	°C	-	48	DBA	85	-	Lumen	-	-	mSv	0.5
-Separator	46.3	µg/m ³		0	°C	-	60		85	-	Lumen	-	-	mSv	0.5
-Scruber/Power Station	49	µg/m ³		0	°C	-	65		85	-	Lumen	-	-	mSv	0.5
Pemukiman penduduk:															
- Kertamanah	25	µg/m ³	260	0	°C	-	62	DBA	85	-	Lumen	-	-	mSv	0.5
- Cibitung	19	µg/m ³		0	°C	-	48.7		85	-	Lumen	-	-	mSv	0.5

Pada faktor fisik pada fungsi tahapan *commissioning sags* pada kegiatan *Hydrotest* tidak ada faktor bahaya fisik yang melebihi nilai ambang batas.

Tabel.49.

Hasil Analisis Faktor – Faktor *Hazards / Bahaya Kimia* pada fungsi pada tahapan *commissioning sags* pada kegiatan *Hydrotest*

AREA	KIMIA						NO _x			SO ₂		
	H ₂ S			CO			CO ₂			SO ₂		
Area Kerja:	Hasil	Satuan	PEL	Hasil	Satuan	TWA	Hasil	Satuan	TWA	Hasil	Satuan	TWA
- <i>MB4 Well Pad</i>	2	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5
- <i>MBB Well Pad</i>	2	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5
- <i>Rock Muffler</i>	-	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5
- <i>Separator</i>	-	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5
- <i>Scrubber/Power Station</i>	-	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5
Pemukiman penduduk:												
- Kertamanah	0,008	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5
- Cibitung	-	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5

Pada faktor kimia pada fungsi tahapan *commissioning sags* pada kegiatan *Hydrotest* tidak ada faktor bahaya kimia yang melebihi nilai ambang batas.

Tabel.50.
 Hasil Analisis Faktor – Faktor *Hazards* / Bahaya Biologi, Ergonomi, Psiko - sosial pada fungsi
 pada tahapan *commissioning sags* pada kegiatan *Hydrotest*

Group Area Kerja	Biologi, Ergonomi, Psiko - sosial				Ergonomi			Psiko - Sosial	
	Biologi				Hand Activities Level	Lifting	Hand Arm (Vibration)	Stress Akut	Stress Kronis
-MBA Well Pad	Hasil Medis	Cacing	Bakteri/ virus	Whole Body Vibration	MSDs				
-MBB Well Pad	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-Rock Muffler	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-Separator	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-Scraper	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Pada faktor biologi, ergonomi, psiko-sosial pada fungsi tahapan *commissioning sags* pada kegiatan *Hydrotest* tidak ada faktor bahaya biologi, ergonomi, psiko-sosial yang ditemukan dari data lapangan.

Tabel.51.

Hasil Analisis Faktor – Faktor *Hazards* / Bahaya Fisik pada fungsi pada tahapan *commissioning* sags pada kegiatan *Flushing*

AREA	Debu			Panas		Bising			Pencahayaann			Radiographic				
	Hasil	Satuan	Baku Mutu	Hasil	Satuan	TLV	Hasil	Satuan	TLV	Hasil	Satuan	TLV	Hasil	Satuan	TLV	
Area Kerja:																
-MBA Well Pad	70	µg/m ³		50	°C	37	106		85						mSv	0.5
-MBB Well Pad	60	µg/m ³		50	°C	37	98		85						mSv	0.5
-Rock Muffler	39	µg/m ³	260	0	°C	-	48	DBA	85						mSv	0.5
-Separator	46.3	µg/m ³		0	°C	-	60		85						mSv	0.5
-Strubber/Power Station	49	µg/m ³		0	°C	-	65		85						mSv	0.5
Pemukiman penduduk:																
- Kertamanah	25	µg/m ³	260	0	°C	-	62		85						mSv	0.5
- Cibitung	19	µg/m ³		0	°C	-	48.7	DBA	85						mSv	0.5

Pada bahaya fisik dari nilai faktor bahaya debu, kebisingan di beberapa area melebihi nilai ambang batas sehingga pekerja terpapar bahaya fisik yang tinggi.

Tabel.52.

Hasil Analisis Faktor – Faktor Hazards / Bahaya Kimia pada fungsi pada tahapan *commissioning sags* pada kegiatan *Flushing*

AREA	H ₂ S				CO				CO ₂				NO _x				SO ₂			
	Hasil	Satuan	PEL	Hasil	Satuan	TWA	Hasil	Satuan	TWA	Hasil	Satuan	TWA	Hasil	Satuan	PEL	Hasil	Satuan	TWA		
Area Kerja:																				
-MBA Well Pad	89	ppm	20	2	ppm	50	106	ppm	5000	-	ppm	5	-	ppm	-	ppm	5	-	ppm	
-MBA Well Pad	80	ppm	20	2	ppm	50	109	ppm	5000	-	ppm	5	-	ppm	-	ppm	5	-	ppm	
-Rock Muffler	-	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5	-	ppm	-	ppm	5	-	ppm	
-Separator	-	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5	-	ppm	-	ppm	5	-	ppm	
-Scruber/Power Station	-	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5	-	ppm	-	ppm	5	-	ppm	
Pemukiman penduduk:																				
- Kertamanah	0.006	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5	-	ppm	5	-	ppm	5	-	ppm
- Cibitung	-	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5	-	ppm	5	-	ppm	5	-	ppm

Pada pekerjaan atau kegiatan *flushing atau bleeding* faktor bahaya kimia dari bahaya H₂S melebihi nilai ambang batas sehingga para pekerja terpapar bahaya kimia yang tinggi.

Tabel.53.

Hasil Analisis Faktor – Faktor *Hazards* / Bahaya Biologi, Ergonomi, Psiko – sosial pada bahaya fungsi pada tahapan *commissioning sags* pada kegiatan *Flushing*

Group Area Kerja	Biologi, Ergonomi, Psiko – sosial									
	Biologi			Ergonomi				Psiko – Sosial		
	Hasil Medis	Cacing	Bakteri/ virus	Whole Body Vibration	MSDs	Hand Activities Level	Lifting	Hand Arm (Vibration)	Stress Akut	Stress Kronis
-MBA Well Pad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-MBB Well Pad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-Rock Muffler	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-Separator	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Pada faktor biologi, ergonomi, psiko-sosial pada fungsi tahapan *commissioning sags* pada kegiatan *Flushing* tidak ada faktor bahaya biologi, ergonomi, psiko-sosial yang ditemukan dari data lapangan.

Tabel.54.

Hasil Analisis Faktor – Faktor *Hazards* / Bahaya Fisik pada fungsi pada tahapan *commissioning* sags pada kegiatan *Blowing*

AREA	Debu			Panas			Bising			Pencayaan			Radiographic			
	Hasil	Satuan	Baku Mutu	Hasil	Satuan	TLV	Hasil	Satuan	TLV	Hasil	Satuan	TLV	Hasil	Satuan	TLV	
Area Kerja:																
-MBA Well Pad	50	µg/m ³		50	°C	37	106		85		-	Lumen	-	-	mSv	0.5
-MBA Well Pad	60	µg/m ³		50	°C	37	106		85		-	Lumen	-	-	mSv	0.5
-Rock Muffler	160	µg/m ³	260	0	°C	-	116	DBA	85		-	Lumen	-	-	mSv	0.5
-Separator	290	µg/m ³		0	°C	-	80		85		-	Lumen	-	-	mSv	0.5
-Scruber/Power Station	240	µg/m ³		0	°C	-	120		85		-	Lumen	-	-	mSv	0.5
Pemukiman penduduk:																
- Kertamanah	25	µg/m ³	260	0	°C	-	62	DBA	85		-	Lumen	-	-	mSv	0.5
- Cibitung	19	µg/m ³		0	°C	-	53		85		-	Lumen	-	-	mSv	0.5

Pada bahaya fisik dalam kegiatan *blowing* dari nilai faktor bahaya debu, kebisingan dibberapa area melebihi nilai ambang batas sehingga pekerja terpapar bahaya fisik yang tinggi

Tabel.55

Hasil Analisis Faktor – Faktor *Hazards* / Bahaya Kimia pada fungsi pada tahapan *commissioning sags* pada kegiatan *Blowing*

AREA	H ₂ S			CO			CO ₂			NO _x			SO ₂		
	Hasil	Satuan	PEL	Hasil	Satuan	TWA	Hasil	Satuan	TWA	Hasil	Satuan	PEL	Hasil	Satuan	TWA
<i>Area Kerja:</i>															
-MBA Well Pad	28	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	0.5	ppm	5	-	ppm	5
-MBA Well Pad	22	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	0.2	ppm	5	-	ppm	5
-Rock Muffler	8	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	0.7	ppm	5	-	ppm	5
-Separator	10	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	0.9	ppm	5	-	ppm	5
-Scrubber/Power Station	2	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	0	ppm	5	-	ppm	5
Pemukiman penduduk:															
- Kertamanah	0.006	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5	-	ppm	5
- Cibitung	-	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5	-	ppm	5

Pada pekerjaan atau kegiatan *blowing* faktor bahaya kimia dari bahaya H₂S melebihi nilai ambang batas sehingga para pekerja terpapar bahaya kimia yang tinggi.

Tabel.56.

Hasil Analisis Faktor – Faktor *Hazards* / Bahaya Biologi, Ergonomi, Psiko – sosial pada fungsi pada tahapan *commissioning sags* pada kegiatan *Blowing*

Group Area Kerja	Biologi, Ergonomi, Psiko – sosial									
	Biologi			Ergonomi				Psiko – Sosial		
	Hasil Medis	Cacing	Bakteri/ virus	<i>Whole Body Vibration</i>	MSDs	<i>Hand Activities Level</i>	<i>Lifting</i>	<i>Hand Arm (Vibration)</i>	Stress Akut	Stress Kronis
-MBA Well Pad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-MBB Well Pad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-Rock Muffler	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-Separator	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Pada faktor biologi, ergonomi, psiko-sosial pada fungsi tahapan *commissioning sags* pada kegiatan *blowing* tidak ada faktor bahaya biologi, ergonomi, psiko-sosial yang ditemukan dari data di lapangan.

Tabel.57.

Hasil Analisis Faktor – Faktor *Hazards* / Bahaya Fisik pada fungsi pada tahapan *commissioning stage* pada kegiatan *Mechanical Cleaning*

AREA	Debu			Panas			Bising			Pencahayaannya			Radiographic		
	Hasil	Satuan	Baku Mutu	Hasil	Satuan	TLV	Hasil	Satuan	TLV	Hasil	Satuan	TLV	Hasil	Satuan	TLV
Area Kerja:															
-MBA Well Pad	34	µg/m ³		0	°C	-	75		85		-		-	mSv	0.5
-MBA Well Pad	27	µg/m ³		0	°C	-	53		85		-		-	mSv	0.5
-Rock Muffler	40	µg/m ³	260	0	°C	-	48	dB A	85		-		-	mSv	0.5
-Separator	46.3	µg/m ³		0	°C	-	60		85		-		-	mSv	0.5
-Strubber/Power Station	45	µg/m ³		0	°C	-	65		85		-		-	mSv	0.5
Pemukiman penduduk:															
- Keramaian	24	µg/m ³	260	0	°C	-	65	dB A	85		-		-	mSv	0.5
- Cibitung	20	µg/m ³		0	°C	-	51		85		-		-	mSv	0.5

Pada kegiatan *mechanical Cleaning* untuk bahaya fisik tidak melebihi nilai ambang batas

Tabel.58.

Hasil Analisis Faktor – Faktor Hazards / Bahaya Kimia pada fungsi pada tahapan *commissioning* sags pada kegiatan *Mechanical Cleaning*

AREA	KIMIA															
	H ₂ S			CO			CO ₂			NO _x			SO ₂			
Area Kerja:	Hasil	Satuan	PEL	Hasil	Satuan	TWA	Hasil	Satuan	TWA	Hasil	Satuan	PEL	Hasil	Satuan	TWA	
-MBA Well Pad	4	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5	-	ppm	5	
-MBA Well Pad	2	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5	-	ppm	5	
-Rock Muffler	4	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5	-	ppm	5	
-Separator	2	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5	-	ppm	5	
-Snubber/Power Station	-	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5	-	ppm	5	
Pemukiman penduduk:																
- Kertamanah	0,009	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5	-	ppm	5	
- Cihitung	-	ppm	20	-	ppm	50	-	ppm	5000	-	ppm	5	-	ppm	5	

Pada kegiatan *mechanical Cleaning* untuk bahaya kimia tidak melebihi nilai ambang batas

Tabel.59.

Hasil Analisis Faktor – Faktor *Hazards* / Bahaya Biologi, Ergonomi, Psiko - sosial pada bahaya fungsi pada tahapan *commissioning sags* pada kegiatan *Mechanical Cleaning*

Group Area Kerja	Biologi, Ergonomi, Psiko - sosial									
	Biologi				Ergonomi				Psiko - Sosial	
	Hasil Medis	Cacing	Bakteri/ virus	Whole Body Vibration	MSDs	Hand Activities Level	Lifting	Hand Arm (Vibration)	Stress Akut	Stress Kronis
-MBA Well Pad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-MBB Well Pad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-Rock Muffler	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-Separator	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Pada faktor biologi, ergonomi, psiko-sosial pada fungsi tahapan *commissioning sags* pada kegiatan *mechanical cleaning* tidak ada faktor bahaya biologi, ergonomi, psiko-sosial yang ditemukan dari data di lapangan.

6.2. Identifikasi *Hazard* / Bahaya *Structure* / *Pipeline*

6.2.1. Komposisi *Steams*

Secara umum *steams* tersusun dari komposisi partikel-partikel dan gas yang merupakan sumber atau faktor bahaya, misalnya seperti tabel dibawah ini yang merupakan hasil pengukuran dilapangan.

Tabel .60. Komposisi *Steams* pada PLTP Wayang Windu unit 2

Komposisi	Prosentase (%)
<i>Hydrogen Sulfide (H₂S)</i>	6 %
<i>Carbon Dioxide (CO₂)</i>	89 %
<i>Ammonia (NH₃)</i>	0.2 %
<i>Methane (CH₄)</i>	0.5 %
<i>Nitrogen</i>	2 %
<i>Silfur Dioxide</i>	2.3 %
<i>PH</i>	4

Sumber: PT XYZ, 2007. *Kontrak Kerja Star Energy* dengan PT XYZ Exhibit AE. Jakarta, p.2.

Dari tabel diatas terlihat adanya faktor bahaya gas beracun dan penyebab *corrosive* pada *structure* atau *pipeline*, Misalnya H₂S merupakan gas *corrosive* yang tinggi serta merupakan gas beracun yang mematikan.

6.2.2. Tingkat Hazard pada *Thirt Party Damage*

Tabel.61. *Failure* Hasil pengukuran *Thirt Party Damage*

<i>Variabel</i>	<i>Point (Pts)</i>	Bobot	<i>Score Rata-rata</i>	<i>Change of Survival</i>	<i>Change of Failure</i>
<i>A. Minimum Depth of cover</i>	0-20	20%	0	0%	20%
<i>B. Activity Level</i>	0-20	20%	8	8%	12%
<i>C. Aboveground Facility</i>	0-10	10%	0	0%	10%
<i>D. Line Locating</i>	0-15	15%	3	3%	12%
<i>E. Public Education</i>	0-15	15%	15	15%	0
<i>F. Right of way condition</i>	0-5	5%	5	5%	0
<i>G. Patrol</i>	0-15	15%	15	15%	0
<i>Score</i>	100	100%	46	46%	54%

Dilihat dari tabel diatas menunjukkan bahwa score yang didapat adalah 46, semakin kecil score yang didapat semakin besar resikonya sesuai dengan scoring yang dikeluarkan oleh W Kent Muhlbauer, Tingginya resiko ini disebabkan oleh faktor *line locating*, dimana pemasangan pipa diatas tanah, pipa tidak ditanam, pipa tidak dipagar, kepadatan penduduk rendah tetapi ada beberapa area terdapat kegiatan penduduk yaitu berkebun, dari hal-hal ini menyebabkan resiko menjadi tinggi.

6.2.3. Tingkat Hazard pada Corrosion Index

Tabel.62. Failure Hasil pengukuran Corrosion Index

<i>Variabel</i>	<i>Point (Pts)</i>	<i>Bobot</i>	<i>Score Rata-rata</i>	<i>Change of Survival</i>	<i>Change of Failure</i>
A. Atmospheric Corrosion	0-10	10%			
A.1. Atmospheric Exposures	0-5	5%	2	2%	3%
A.2. Atmospheric Type	0-2	2%	2	2%	2%
A.3. Atmospheric Coating	0-3	3%	3	3%	0%
B. Internal Corrosion	0-20	20%			
B.1. Product Corosivity	0-10	10%	7	7%	3%
B.2. Internal Protection	0-10	10%	8	8%	2%
C. Subsurface Corrosion	0-70	70%			
C.1. Subsurface Invironment	0-20	20%			
Soil Corrosivity	0-15	15%	15	15%%	0%
Mechanical Corrosion	0-5	5%	5	5%	0%
C.2. Cathodic protection	0-25	25%	25	25%	0%
Effectiveness	0-15	15%	15	15%	0
Interference Potential	0-10	10%	10	10%	0
C.3. Coating	0-25	25%			
Fitness	0-10	10%			
Condition	0-15	15%			
<i>Score</i>	100	100%	92	92%	7%

Dilihat dari tabel diatas menunjukkan bahwa score yang didapat adalah 92, semakin besar score yang didapat semakin kecil resikonya sesuai dengan scoring yang dikeluarkan oleh W Kent Muhlbauer, resiko paling tinggi pada

tabel diatas adalah pada faktor *Internal Corrossion*, dimana *fluida* yang ditansport atau dialirkan banyak mengandung gas yang bersifat *corrossive* tinggi yaitu H₂S. Sedengkan perlindungan menggunakan isolasi pada pipa dan support pipa di coating dengan baik, serta terpasang setiap support pipa sistem cathodic protection.

6.2.4. Tingkat *Hazard* pada *Design Index*

Tabel.63. *Failure* Hasil pengukuran *Design Index*

<i>Variabel</i>	<i>Point (Pts)</i>	<i>Bobot</i>	<i>Score Rata-rata</i>	<i>Change of Survival</i>	<i>Change of Failure</i>
<i>A. Pipe Safety Factor</i>	0-35	35%	35	35%	0%
<i>B. Fatigue</i>	0-15	15%	15	15%	0%
<i>C. Surgge Potential Impossible Category</i>	0-10	10%	5	5%	5%
<i>D. Integrity verifications Test Pressure / MAOP</i>	0-25	25%	15	15%	10%
<i>E. Soil Movement Non movement of soil</i>	0-15	15%	2	2%	0%
<i>Score</i>	100	100%	72	72%	28%

Dilihat dari tabel diatas menunjukkan bahwa score yang didapat adalah 72, semakin besar score yang didapat semakin kecil resikonya sesuai dengan scoring yang dikeluarkan oleh W Kent Muhlbauer, Resiko tertinggi pada tabel diatas adalah pada faktor *Soil Movement*, dimana pemasangan pipa diatas tanah, sedangkan tanah yang ada adalah tanah pengunungan dan sebagai tanah perkebunan sehingga sering kemungkinan terjadi longsor.

6.2.5. Tingkat *Hazard* pada Indeks Kesalahan Operasional

Tabel .64. Hasil Indeks Keasalahan Operasional

<i>Variabel</i>	<i>Point (Pts)</i>	<i>Bobot</i>	<i>Score Rata-rata</i>	<i>Change of Survival</i>	<i>Change of Failure</i>
<i>Design</i>	<i>0 - 30 pts</i>	30%			
<i>A.1. Hazard Identification</i>	<i>0 - 4 pts</i>	4%	4	4%	0
<i>A.2. MAOP Potential</i>	<i>0 - 12 pts</i>	12%	12	12%	0
<i>A.3. Safety System</i>	<i>0 - 10 pts</i>	10%	6	6%	4%
<i>A.4. Material Selection</i>	<i>0 - 2 pts</i>	2%	2	2%	2%
<i>A.5. Checks</i>	<i>0 - 2 pts</i>	2%	2	2%	2%
<i>Construction</i>	<i>0 - 20 pts</i>	20%			
<i>B.1. Inspection</i>	<i>0 - 10 pts</i>	10%	10	10%	0
<i>B.2. Material</i>	<i>0 - 2 pts</i>	2%	2	2%	0
<i>B.3. Joining</i>	<i>0 - 2 pts</i>	2%	2	2%	0
<i>B.4. Backfill</i>	<i>0 - 2 pts</i>	2%	0	0%	2%
<i>B.5. Handling</i>	<i>0 - 2 pts</i>	2%	2	2%	0
<i>B.6. Coating</i>	<i>0 - 2 pts</i>	2%	1	1%	1%
<i>Operation</i>	<i>0 - 35</i>	35%			
<i>C.1. Procedures</i>	<i>0 - 7 pts</i>	7%	7	7%	0
<i>C.2. CSADA/Communications</i>	<i>0 - 3 pts</i>	3%	3	3%	0
<i>C.3. Drug Testing</i>	<i>0 - 2 pts</i>	2%	0	0%	2%
<i>C.4. Safety Program</i>	<i>0 - 2 pts</i>	2%	2	2%	3%
<i>C.5. Survey/Maps/Records</i>	<i>0 - 5 pts</i>	5%	2	2%	3%
<i>C.6. Trainig</i>	<i>0 - 10 pts</i>	10%	10	10%	0
<i>C.7. Mechanical Error Preventers</i>	<i>0 - 6 pts</i>	6%	6	6%	0

<i>Maintenance</i>	0 – 15 pts	15%			
<i>D.1. Documentation</i>	0 – 2 pts	2%	2	2%	0
<i>D.2. Schedule</i>	0 – 3 pts	3%	3	3%	0
<i>D.3. Procedure</i>	0 – 10 pts	10%	8	8%	2%
<i>Score</i>	100 pts	100%	86	86%	14%

Dilihat dari tabel diatas menunjukkan bahwa score yang didapat adalah 86, semakin besar score yang didapat semakin kecil resikonya sesuai dengan scoring yang dikeluarkan oleh W Kent Muhlbauer, *Score 86 % dari 100 % maximum artinya adalah change of failure 14%, sehingga pilelines aman untuk dioperasikan dari kesalahan operasional dari kesalahan index operasi.*

6.2.5. Dampak Kebocoran (*Leak Impact*)

Tabel .65. Dampak Kebocoran

<i>Variabel</i>	<i>Points (pts)</i>	<i>Score rata-rata</i>
A. Product Hazard (PH)	0-22	
Accute Hazards		
a) Nf	0-4	2
b) Nr	0-4	1
c) Nh	0-4	4
Total (Nf+Nr+Nh)		7
Chronic Hazard	0-10	5
Sum prduct hazard		12
B. Dispersion Factor		
<i>(spill score / population score)</i>		
1. Vapor Spill	0-6	6
2. Population Density	0-4	3
Dispersion Factor		9
Leack Impact Factor (LIF)		108

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa faktor *accute hazards* disebabkan oleh H₂S yang tinggi sehingga akan berdampak pada gangguan kesehatan (Nh). Sedangkan *dispersion Factor* berasal dari *steams* yang dengan sengaja dikeluarkan dari *outlet rock muffler, silencer*, yang merupakan faktor bahaya buangan kimia ke udara. Dan untuk *population density* disebabkan dari banyaknya pekerja perkebunan yang bekerja disekitar area *pipeline*, tetapi perumahan penduduk lebih dari 1 km dari jalur *pipeline* secara umum.

6.3. Identifikasi *Process Safety Management Performance Index*

Tabel .66. *Process Safety Management Performance Index*

<i>Variabel</i>	<i>Point (Pts)</i>	<i>Bobot</i>	<i>Score Rata-rata</i>	<i>Change of Survival</i>	<i>Change of Failure</i>
<i>Accountability: Objective and Goals</i>	<i>0 – 15 pts</i>	<i>15 %</i>	<i>15</i>	<i>15%</i>	<i>0%</i>
<i>Process knowlage and documentation</i>	<i>0 – 10 pts</i>	<i>10 %</i>	<i>8</i>	<i>8%</i>	<i>2%</i>
<i>Capital project hazard reviews</i>	<i>0 – 5 pts</i>	<i>5 %</i>	<i>5</i>	<i>5%</i>	<i>0%</i>
<i>Process Risk Management</i>	<i>0 – 5 pts</i>	<i>5 %</i>	<i>4</i>	<i>4%</i>	<i>1 %</i>
<i>Training and performance</i>	<i>0 – 15 pts</i>	<i>15 %</i>	<i>15</i>	<i>15%</i>	<i>0%</i>
<i>Human factors</i>	<i>0 – 10 pts</i>	<i>10 %</i>	<i>10</i>	<i>10%</i>	<i>0%</i>
<i>Management of change</i>	<i>0 – 5 pts</i>	<i>5 %</i>	<i>5</i>	<i>5%</i>	<i>0%</i>
<i>Process and equipment integrity</i>	<i>0 – 10 pts</i>	<i>10 %</i>	<i>10</i>	<i>10%</i>	<i>0%</i>
<i>Company standards, codes and lows</i>	<i>0 – 5 pts</i>	<i>5 %</i>	<i>5</i>	<i>5%</i>	<i>0%</i>
<i>Incident Investigation</i>	<i>0 – 5 pts</i>	<i>5 %</i>	<i>5</i>	<i>5%</i>	<i>0%</i>
<i>Audit and corrective actions</i>	<i>0 – 10 pts</i>	<i>10 %</i>	<i>8</i>	<i>8%</i>	<i>2%</i>
<i>Enhancement of process safety knowlage</i>	<i>0 – 5 pts</i>	<i>5 %</i>	<i>5</i>	<i>5%</i>	<i>0%</i>
<i>Score</i>	<i>100</i>	<i>100%</i>	<i>95</i>	<i>95%</i>	<i>5%</i>

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa nilai *Process Safety Management Performance Index* adalah 95, jadi jika dilihat dari score nya maka PSMPI yang didapat cukup besar.

BAB 7

PEMBAHASAN

7.1. Manajemen Resiko untuk K3 / HSE

7.1.1. Analisa Resiko Fungsi pada tahapan Commissioning Sags

Dari data indentifikasi resiko pada *Hazard Construction / operation* pada bab sebelumnya, kemudian dianalisa dengan pendekatan semi kuantitatif adalah sebagai berikut:

Tabel. 67. Hasil analisa Pendekatan semi kuantitatif dan Kuantitatif

Jenis Pekerjaan	Rating Resiko							HV	II
	Fisik			Kimia					
	Debu	Panas	Bising	H ₂ S	CO	CO ₂	NO _x		
Tie - In	1	0	3	1	0	0	0	0	0
Hydratest	1	0	3	1	0	0	0	0	0
Flushing	2	4	4	4	1	1	0	32	0.34
Blowing	4	4	4	4	0	0	1	48	0.50
Mechanical Cleaning	1	0	3	1	0	0	0	0	0

High Value (HV) = (semua *score* tertinggi fisika dijumlahkan) X (semua *score* tertinggi kimia dijumlahkan) X (semua *score* tertinggi biologi dijumlahkan) X (semua *score* tertinggi ergonomi dijumlahkan) X (semua *score* tertinggi psikososial dijumlahkan)

Philosophy: jumlah score fisika X score kimia X score biologi dan seterusnya adalah dengan asumsi ditempat kerja jika ada 2 atau lebih faktor bahaya dengan kelompok yang berbeda akan menambah tingkat resiko ditempat kerja menjadi berkali lipat besarnya.

Philosophy: jumlah dalam satu kelompok tidak dikalikan melainkan ditambah karena diasumsikan faktor bahaya dalam satu kelompok ini adalah independen resiko.

Jika *score tertinggi* tidak ada maka tidak dihitung.

Maka Score Hazard Fungsi pada commissioning pipa sags adalah:

$$\begin{aligned} \text{Total Hight Value} &= HV \text{ Tie In} + HV \text{ Hydratest} + HV \text{ Flushing} + HV \text{ Blowing} + \\ &\quad HV \text{ Mechanical Cleaning} \\ &= 32 + 48 = 80 \end{aligned}$$

$$\text{Importance Index} = \frac{\text{High Value}}{\text{Process Safety Management Performance Index (PSMPI)}}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Importance Index untuk resiko fungsi} &= \frac{\text{Total HV}}{\text{PSMPI}} \\ &= 80 / 95 = 0.84 \end{aligned}$$

Jadi semakin kecil nilai *Importance Index* suatu kegiatan maka semakin efektif proteksi K3 yang digunakan.

7.1.2. Analisa Resiko *structure* atau *pipeline* pada tahapan *Commissioning Sags*

Dari data indentifikasi resiko pada *Hazard pipeline* pada bab sebelumnya, kemudian dianalisa dengan pendekatan kuantitatif adalah sebagai berikut:

$$\text{Index Sum} = 46 + 95 + 72 + 86 = 299$$

$$\text{Leak Impact Factor} = 9 \times 12 = 108$$

$$\text{Relative Risk Score} = 299 / 108 = 2.768$$

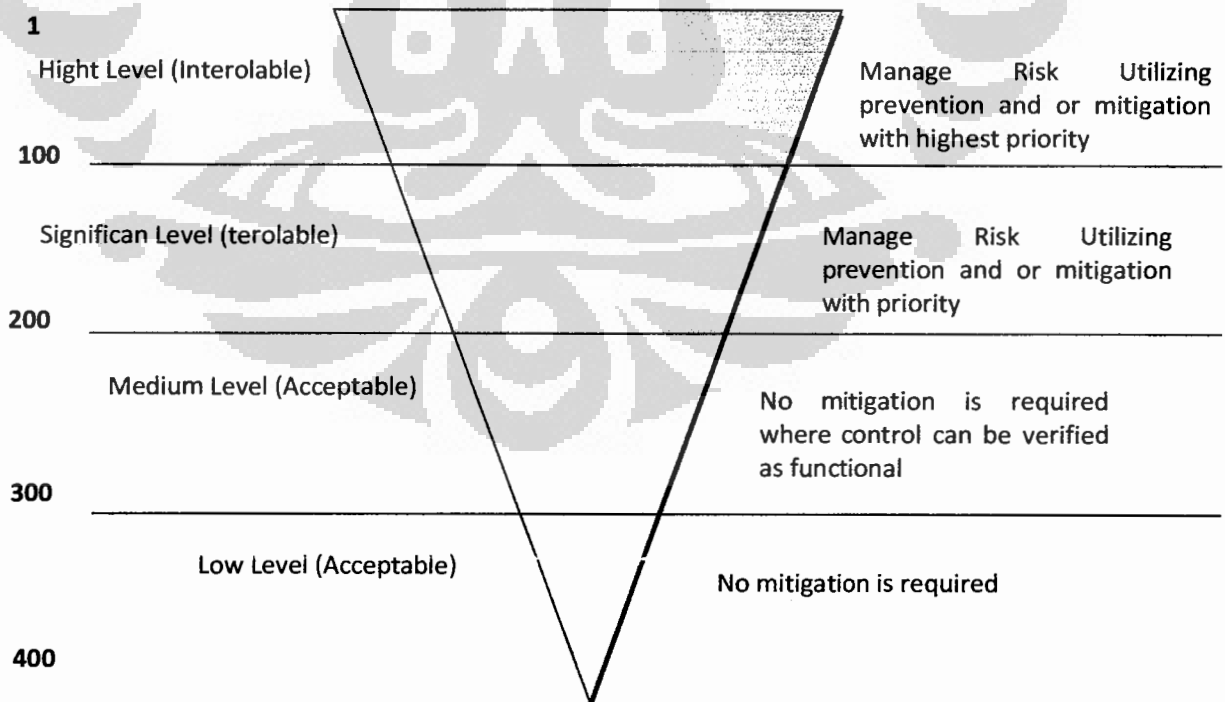
Jadi nilai relative resiko yang didapat setelah dilakukan manajemen resiko adalah 2,768, dapat disimpulkan bahwa manajemen resiko *pipeline* yang dilakukan efektif.

Apabila dilihat resiko secara umum adalah sebagai berikut:

Tabel.68. Analisa Resiko Umum

<i>Variabel</i>	<i>Score</i>	Bobot	<i>Score Rata-rata</i>	<i>Change of Survival</i>	<i>Change of Failure</i>
Indek Kerusakan oleh Pihat Ketiga	46	100%	100 pts	46%	64%
Indek Korosi	95	100%	100 pts	95%	5%
Indek design	72	100%	100 pts	72%	28%
Indek kesalahan Operasional	86	100%	100 pts	86%	14%
Total Indek Probability	299	400%	100 pts	299%	101%

Gambar.24. Klasifikasi resiko umum



Melihat gambar klasifikasi resiko diatas dibandingkan dengan hasil analisa resiko sistem *structure* atau *pipeline* ini adalah *Acceptable* atau mempunyai resiko medium, karena *change of Ssurvival* adalah 299, jika dilihat pada gambar akan berada pada posisi 200 – 300.

7.1.3. Analisa resiko tingkat efektifitas proteksi K3 pada *Commussioning pipa Sags*

Dalam menilai tingkat efektifitas proteksi K3 pada tahapan *Commussioning pipa Sags* ini digunakan formula sebagai berikut.

Total Importance Index untuk pekerjaan *Commussioning pipa Sags* :

$$\begin{aligned} \text{TII} &= (\text{Total High Value X Leak Impact Factor}) / (\text{Index Sum X PSMPI}) \\ &= (80 \times 108) / (299 \times 95) \\ &= 0.304 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa *Importance Index* untuk pekerjaan *Commussioning pipa Sags* adalah 0.304, dibawah atau < 1, jadi masuk dalam kategori *Low Risk*, dan dapat disimpulkan bahwa proteksi K3 yang dilakukan pada pekerjaan *Commussioning pipa Sags* Wayang Windu Unit 2 di PT Rekayasa Industri efektif dilakukan. Semakin kecil nilai Importance Index semakin besar efektivitas proteksi yang diberikan untuk mengurangi tingkat kerugian perusahaan.

7.2. Manajemen Resiko untuk *Economic*

7.2.1. Integrasi *Risk Management* proteksi K3 pada *Commissioning Sags* diintegrasikan dari sisi *Cost, Schedule, Quality dan Public* di PT XYZ.

Untuk diketahui bersama bahwa *Cost Performance Index (CPI)* dan *Schedule performance index (SPI)* yang diharapkan oleh PT XYZ adalah $CPI > 1$ dan

$SPI > 1$ atau minimal 1.1. Dimana perusahaan akan mempunyai benefit cost dan schedule sebesar minimal 1.1 dari penyelesaian proyek PLTP Wayang Windu 2 ini. Maka jika kita lihat dari efektifitas proteksi K3 untuk manajemen resiko diatas adalah:

$$\begin{aligned} \text{Total Importance Index} &= (\text{Total HV X Total LIF}) / (\text{SMPI X Total Index Sum}) \\ &= (80 \times 108) / (301 \times 95) = \mathbf{0.304} \end{aligned}$$

Jadi semakin kecil nilai *Importance Index* suatu kegiatan maka semakin efektif proteksi K3 yang digunakan.

$$\begin{aligned} \text{Relative Risk Cost (RRC)} &= \text{Cost Performance Index (CPI)} / \text{Total} \\ &\quad \text{Importance Index (TII)} \\ &= 1.1 / 0.304 = \mathbf{3.618} \end{aligned}$$

Jika $CPI < 1$

$$\text{Maka: RRC} = 0.8 / 0.304 = \mathbf{2.63}$$

Jika $CPI > 1$

$$\text{Maka RRC} = 2 / 0.304 = \mathbf{6.57}$$

Nilai *Relative Risk Cost (RRC)* semakin besar maka proteksi K3 semakin efektif dalam memproteksi potensi kerugian finansial perusahaan.

$$\begin{aligned} \text{Relative Risk Schedule (RS)} &= \text{Schedule Performance Index (SPI)} / \text{Total} \\ &\quad \text{Importance Index (TII)} \\ &= 1.1 / 0.304 = \mathbf{3.618} \end{aligned}$$

Jika $SPI < 1$

$$\text{Maka: RS} = 0.8 / 0.304 = \mathbf{2.63}$$

Jika $SPI > 1$

$$\text{Maka RS} = 2 / 0.304 = \mathbf{6.57}$$

Nilai *Relative Risk Schedule (RS)* semakin besar maka proteksi K3 semakin efektif memproteksi potensi kerugian perusahaan *schedule* proyek.

$$\begin{aligned} \text{Relative Risk Quality (RRQ)} &= \text{Rejection Rate Expected} / \\ &\text{Total Importance Index} \\ &= 10 / 0.304 = 32.89 \end{aligned}$$

Jika *Total Importance Index* = 12

Maka: $RRQ = 10 / 12 = 0.8$, proteksi K3 tidak efektif

Nilai *Relative Risk Quality* semakin besar maka proteksi K3 semakin efektif memproteksi potensi kerugian perusahaan dari nilai *quality*.

$$\begin{aligned} \text{Relative Public Risk (RPR)} &= \text{Saverity Rate} / \text{Total Importance Index} \\ &= 0 / 0.304 = 0 / \sim \end{aligned}$$

Jika *Saverity Rate* = 1

Maka: $= 1 / 0.304 = 3.289$

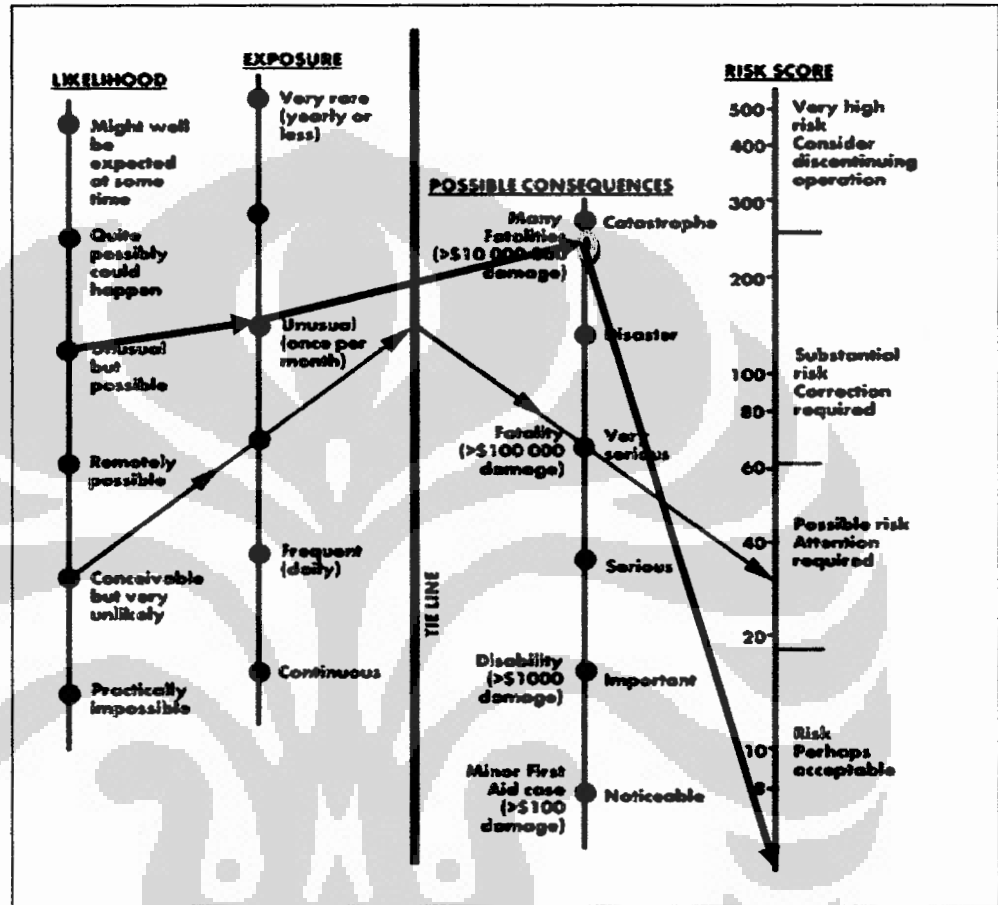
Nilai *Realative Risk (RPR)* sama dengan 0 atau ~ maka proteksi K3 efektif untuk mencegah resiko *public*

$$\begin{aligned} \text{Relative Consequency (RC)} &= \frac{\text{Damage Payments as per Contract}}{(\text{RRC} + \text{RS} + \text{RRQ}) - \text{RPR}} \times 100\% \\ &= \frac{30}{(3.618 + 3.618 + 32.89 - 0)} \times 100\% \\ &= 0.74.76 = 74.76\% \end{aligned}$$

Maka Nilai *Relative Consequences* semakin kecil berarti semakin efektif proteksi K3 yang digunakan untuk memproteksi besarnya resiko *consequences*.

Diketahui bahwa *Damage Payment as per Contract* adalah 30 % dari nilai kontrak kerja , jika dilihat dari *risk nomogram* adalah sebagai berikut

Gambar.25. Pembahasan *Relative Risk Score Consequences*

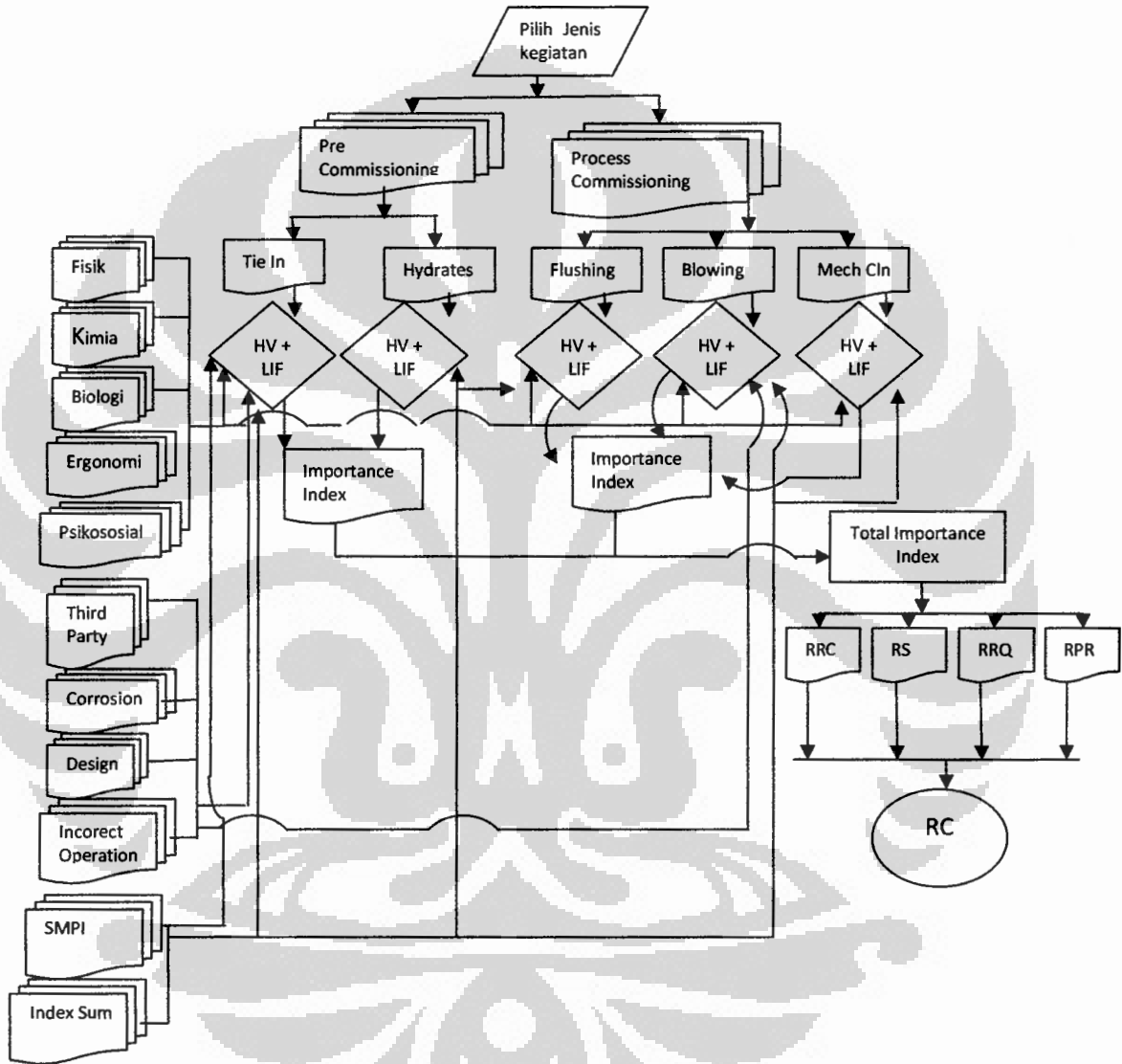


Garis hijau pada gambar diatas menunjukkan bahwa *risk score consequences* masuk dalam kategori *risk perhaps acceptable* dengan score 0.7476, maka probabilitas resiko *consequences* yang ada dapat diterima. Dan pelaksanaan proteksi K3 efektif dalam memproteksi resiko *consequences*.

7.3. Program Computer Analisa Resiko proteksi K3 pada *Commussioning Sags*

Diagram alir

Gambar.26. Program Computer Diagram alir.



BAB 8

KESIMPULAN DAN SARAN

8.1. Kesimpulan

Dalam menghitung tingkat efektifitas proteksi K3 maka dilakukan pengukuran dan evaluasi semua sumber bahaya melalui manajemen resiko dengan hasil seperti dibawah ini, hal ini menjawab pertanyaan peneliti yang pertama.

Secara umum bahwa proteksi K3 pada pekerjaan *Commissioning Sags* pada pembangunan PLTP Wayang Windu Unit 2 berjalan efektif sebagai salah satu proteksi kerugian perusahaan dari kegiatan *Commissioning*. Dalam hal ini secara perhitungan untuk *Risk Management* untuk *HSE* dapat dilihat dari nilai *Importance Index* = $0.306 < 1$, maka *Low Risk*, sehingga disimpulkan bahwa proteksi K3 efektif memproteksi potensi kerugian perusahaan pada kegiatan *Commissioning pipa sags* dalam resiko *HSE* pada pembangunan PLTP Wayang Windu Unit 2 di PT XYZ. Dengan *Relative Risk Score* untuk bahaya *Structure* atau *pipeline* = 2.768 , maka *management* resiko untuk *pipeline* efektif dilaksanakan, hal ini menjawab pertanyaan kedua dalam penelitian ini, tetapi masih dalam aspek manajemen resiko untuk *HSE*. Untuk menjawab besarnya resiko *relative* secara *economic*, maka dilakukan *risk management* untuk *economic* yaitu antara lain:

1. *Relative Risk Cost* = 3.618 . yang berarti bahwa proteksi K3 terbukti efektif dapat memproteksi kerugian finansial perusahaan pada proyek PLTP ini. Karena nilai *relative risk cost* > 1 , maka semakin tinggi nilai *Relative Risk*

Cost yang didapat maka semakin efektif proteksi K3 yang digunakan untuk memproteksi kerugian finansial perusahaan akibat kecelakaan.

2. *Relative Risk Schedule* = **3.618** yang berarti bahwa proteksi K3 terbukti efektif dapat memproteksi kerugian perusahaan karena keterlambatan pekerjaan akibat kecelakaan kerja. Karena nilai *relative risk schedule* > 1 , maka semakin tinggi nilai *Relative Risk Schedule* yang didapat maka semakin efektif proteksi K3 yang digunakan untuk memproteksi kerugian akibat keterlambatan.

3. *Relative Risk Quality* = **32.89** yang berarti bahwa proteksi K3 terbukti efektif dalam memproteksi kerugian perusahaan akibat meningkatnya *rejection rate* dari yang sudah ditargetkan. Hal ini dapat dibuktikan dengan memperbandingkan,

Jika *Total Importance Index* = 2

Maka: $RRQ = 10 / 2 = 5$

Nilai *Relative Risk Quality* semakin besar maka proteksi K3 semakin efektif memproteksi terhadap kerugian perusahaan dari nilai *quality*.

4. *Relative Public Risk* = 0, hal ini terbukti bahwa proteksi K3 efektif digunakan untuk memproteksi kerugian perusahaan akibat gangguan lingkungan termasuk demonstrasi.

5. *Relative Risk Score Consequences* = **0.74.76 = 74.764%**, terbukti proteksi K3 efektif memproteksi kerugian perusahaan yang akan diterima jika mengalami kegagalan *performance test* sebesar 30 % dari nilai kontrak.

8.2. Saran

Hal yang disarankan oleh penelitian ini adalah:

1. Hendaknya PT XYZ dalam melaksanakan kegiatan *commissioning sags pipeline* pada pembangunan PLTP khususnya untuk dapat melaksanakan *process safety management* sebaik mungkin, sehingga akan menambah besar nilai *Process Safety Management Performance* dengan mencapai nilai *Importance Index* yang rendah, sehingga resiko kerugian perusahaan dapat dicegah semaksimal mungkin.
2. Sebaiknya setiap kegiatan pada *commissioning sags pipeline* dihitung efektifitas proteksi K3nya sehingga dapat diantisipasi potensi kerugian akibat proteksi K3 yang dijalankan tidak efektif.
3. PT. XYZ diharapkan dapat meneruskan penelitian ini, sesuai dengan kebutuhan perusahaan, sehingga penelitian ini berguna untuk menjadi dasar penelitian selanjutnya dalam memproteksi kerugian perusahaan khususnya pada tahapan *commissioning sags pipeline* pada pembangunan PLTP dan umumnya pada kegiatan proyek lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

Mary H. Dickson and Mario Fanelli on February 2004: *What is Geothermal Energy*.
Istituto di Geoscienze, e Georisorse, CNR, Pisa Italy.

A Teacher's Guide to Energy on Public Land. 2004.

Richard Collins and Cellian Lawson. 1998: *Project Management for The Process Industries*, Inst of Chemical Engineers UK. *Novo Section 1*.

The IESNA Handbook, 9th Edition 2006

LM DESHMUKH. 2006, *Industrial Safety Management*. Tata Mcgraw-Hill Publishing Company Limited, Delhi.

ISO (1999), *Petroleum and Natural Gas Industries*, International Standard ISO 17776, International Organisations for Standardization.

Barbara A. Plog, MPH, CIH, CIP. 2002. *Fundamental Of Industrial Hygiene*, National Safety Council. Quinlan.

Kemper Meadow Drive. 2007. *Threshold Limit Values for Chemical Substance , and Physical Agents*, ACGIH.

W. Kent Muhlbauer. 2004, *Pipeline risk management ideas, techniques, and resources*, Elsevier, Burlington.

Roger L Brauer. 1990, *Safety and Health for Engineer*, Van Nostrand Reinhold, New York.

Kolluru, Rao V. 1996 . *Risk Assessment And Management A Unified Approach*. MCGraw-Hill Inc. New York.

Standard Australia International, 2004. *Risk management AS/NZS 4360:1999*. Standard Association of Australia.

Stuart Hawthorn.2006.*Risk Management Process*. WorkSafe. Western.

Hinsa Siahaan. 2007. *Manajemen Resiko*, PT Elex Media Komputoindo. Jakarta.

James Reason, 1997, *Managing the Risk of Organizational Accidents*, Limited Gower House Croft Road Aldershot Hants GUII 3 HR, Burlington.

DOE. 2004 *Process Safety Management for Highly Hazardous Chemical*. US. DOE. Washington.D.C.

Project Management Institute. 2005. *Earned Value Management*. Project Management Institute. Inc. Pennsylvania.

John. P. Kindinger, 1999, *Use of Probabilistic Cost and Schedule Analysis at Los Alamos National Laboratory*. Philadelphia.

Clare Gallagher, 1997. *Health and Safety Management System An Analysis of System Types and Effectiveness*. National Key Centre in Industrial Relation .

David L Goetsch . 1996. *Occupational Safety and Health in the age of high technology for technologists, engineers, and managers. Second edition*. Precentice – Hall, Inc. New Jersey .

Waren H Schmidt Jerome P. Finnigan.1993. *TQManager, A Practical Guide for Managing in a Total Quality Organization*. Jossey-Bass, Sanfrancisco.

G.F. Kinney and A.D. Wiruth. 1976. *Prectical Risk Analizing for Management*. Wark Safe. Western.

Ansi.Z.161

Crities, Thomas R. (1995) "Reconsidering The Cost and Benefits of Formal Safety program" Professional Safety, Vol 40, No.12.

Friend, Mark A. (1992) " Financial Tools for Safety Manager", Professional Vol , 37, No 11.



UNIVERSITAS INDONESIA

**TINGKAT EFEKTIVITAS PROTEKSI K3 PADA TAHAPAN
COMMISSIONING PIPA *STEAMS ABOVE GROUND SYSTEM*
PROYEK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI
(PLTP) WAYANG WINDU UNIT 2 DI PT XYZ**

LAMPIRAN

**Petunjuk Penggunaan *Software* Program Computer
untuk *Commissioning* pipa *Sags***

Di susun oleh:

Ispranto Kurnia Adhy

0706189495

**PROGRAM STUDI KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK, 2008**

Kata Pengantar

Dengan Rahmat Tuhan Yang Maha Esa, tesis ini telah dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat untuk lulus dari program studi Megister Kesehatan dan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat serta memperoleh gelar MKKK.

Bukan hal yang mudah untuk dapat menyelesaikan studi ini dengan tiga semester, dimana kesibukan diluar kampus yaitu menyelesaikan proyek Wayang Windu Unit 2 sangat menyita waktu, tenaga serta pikiran. Hanya karena Kasih Karunia dan AnugrahNYA sehingga studi ini dapat terselesaikan dan bahkan lebih cepat satu semester.

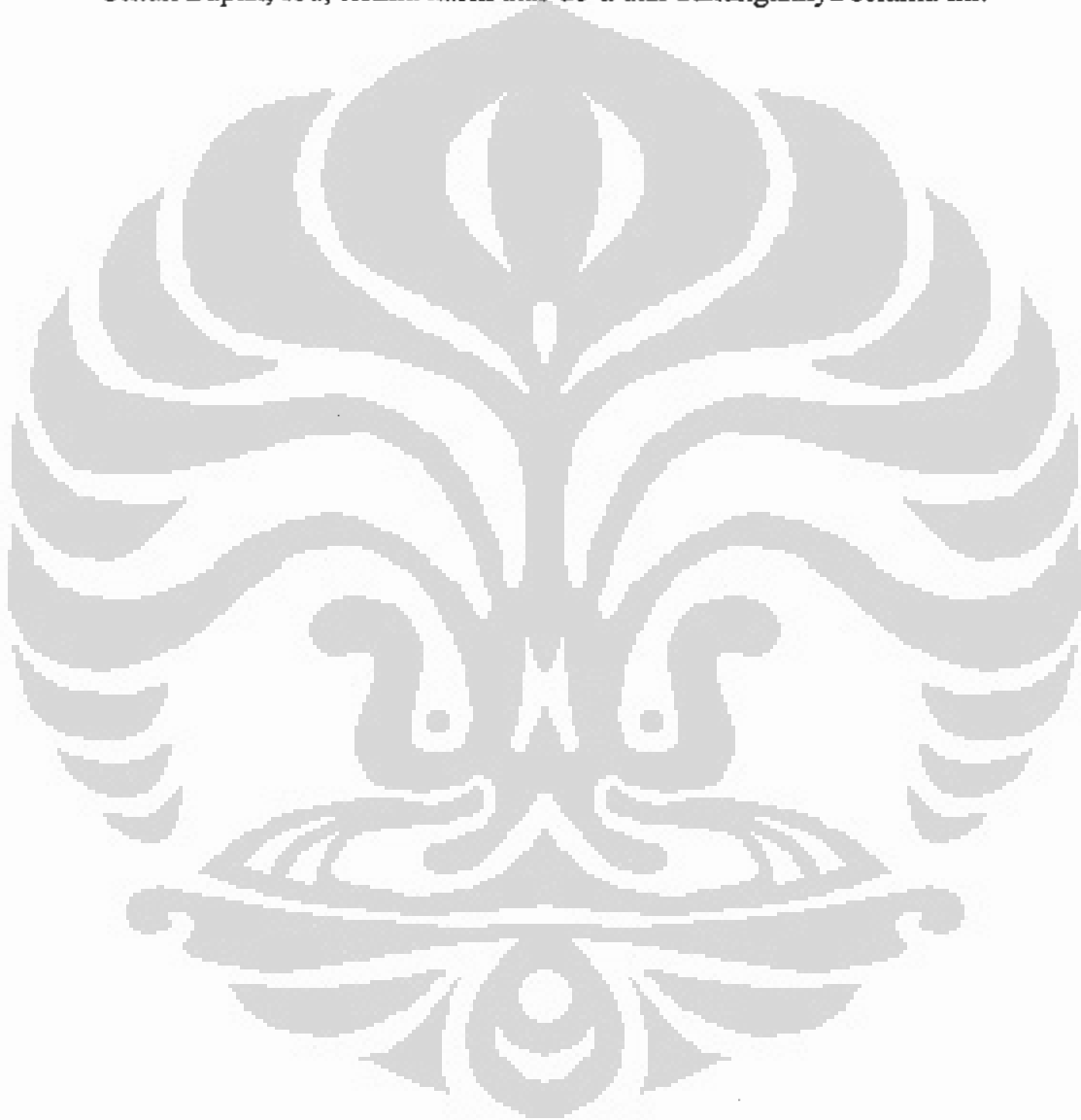
Terima kasih sebanyak-banyaknya kepada Ibu Dra. Fatma Lestari. Msi. Phd. yang telah membimbing saya selama ini, yang dengan sabar berkenan memberikan masukan, pencerahan dan ilmunya sehingga saya dapat menyelesaikan tesis ini pada waktu yang telah ditentukan. Saya mohon maaf atas tindakan saya yang mungkin tidak berkenan bagi Ibu. Demikian juga terima kasih kepada Bapak Ir. Indrakasna, Ir. Moh. Hidayat, Ir. Chandra Sihombing. PMP, Ir. Juanto Sitorus. Ssi. CMP.PMP, dimana telah mendukung dan memberi kesempatan kepada saya untuk dapat studi dan menyelesaikannya dengan baik.

Terima kasih kepada Bapak Dr. Zulkifli Djunaidi. Mappsc yang telah memberikan masukan sangat berarti di saat-saat menyelesaikan tesis ini dan atas kesediaannya sebagai penguji.

Terima kasih untuk Pak Moh. Arisman. PMP, P' Ir. Gede Yudasma, Dr. Felix, Ir. Bimo, Ir Jefri Chandra, Ir. Azil dan lain-lain yang selalu memberikan semangat dan bantuan dalam menyelesaikan studi dan tesis ini.

Untuk istriku Tantri, anakku Adit dan Dian, adik-adikku Kris, Dewi, Paulus, Tigor terima kasih atas semua bantuan dan doa. Maaf jika karena kuliah ini waktuku bersama kalian menjadi berkurang. Love u all, angels....

Untuk Bapak, Ibu, terima kasih atas do'a dan dukungannya selama ini.



DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	3
DAFTAR GAMBAR.....	3
BAB 1 PENDAHULUAN.....	4
1.1. Latar Belakang.....	4
1.2. Tujuan.....	4
BAB 2 DIAGRAM ALIR PENGUKURAN TINGKAT EFEKTIFITAS PROTEKSI K3 PADA COMMISSIONING SAGS PEMBANGUNAN PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK PANAS BUMI MENGGUNAKAN PROGRAM COMPUTER.....	5
BAB 3 DESIGN ANALYSIS.....	6
3.1. Bahasa Pemrograman.....	6
3.2. Tampilan Awal.....	6
3.3. Tampilan Menu Kegiatan.....	7
3.4. <i>Pre-Commissioning</i>	7
3.5. <i>Commissioning Process</i>	15
3.6. Analisa dampak Proteksi K3.....	15

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel.1. <i>Rating Third Partay Index</i>	7
Tabel.2. <i>Rating Corrosion Index</i>	7
Tabel.3. <i>Rating Design Index</i>	15
Tabel.4. <i>Rating Incorrect Operation Index</i>	15
Tabel.5. <i>Kriteria/Point Process Safety Management</i>	15

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar.1. <i>Tampilan awal</i>	6
Gambar.2. <i>Tampilan Kegiatan Commissioning</i>	7
Gambar.3. <i>Tampilan Pre-Commissioning Tugas</i>	7
Gambar.4. <i>Tampilan Tugas Tie In</i>	8
Gambar.5. <i>Function Hazards</i>	8
Gambar.6. <i>Hazard Pipa</i>	10
Gambar.7. <i>Tampilan kolomisian product hazard</i>	14
Gambar.8. <i>Tampilan kolom isian dispresion factoryang harus diisi</i>	14

UNIVERSITY OF INDONESIA

FACULTY OF PUBLIC HEALTH

MAGISTER OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY PROGRAM

Thesis, December 2008

ISPRANTO KURNIA ADHY

NPM: 0706189495

**EFFECTIVENESS LEVEL OF HSE PROTECTION TO COMMISSIONING STEAMS ABOVE GROUND
SYSTEM PIPE FOR GEOTHERMAL POWER PLANT PROJECT IN WAYANG WINDU UNIT 2 AT PT XYZ**

158 pages, 68 tables, 26 figures

ABSTRACT

Geothermal power energy rapidly grow in this time because as one of energy source substitution besides oil and the reserve gas is progressively attenuate.

PT XYZ in this case also contribute is active in industrial construction of this geothermal power energy. In the activity of construction, PT XYZ have loss risk and also advantage potency to this activity. At 5 the last year PT XYZ experience loss of accident effect at step commissioning, though this thing have been insured, for example accident data as follows:

1. Damage of Furnish at commissioning in project of Blue Sky Refinery in 2005th
2. Damage of Urea Reactor at commissioning in project Kujang 1 B in 2005th

BAB 1

PENDAHULUAN

1.3. Latar Belakang

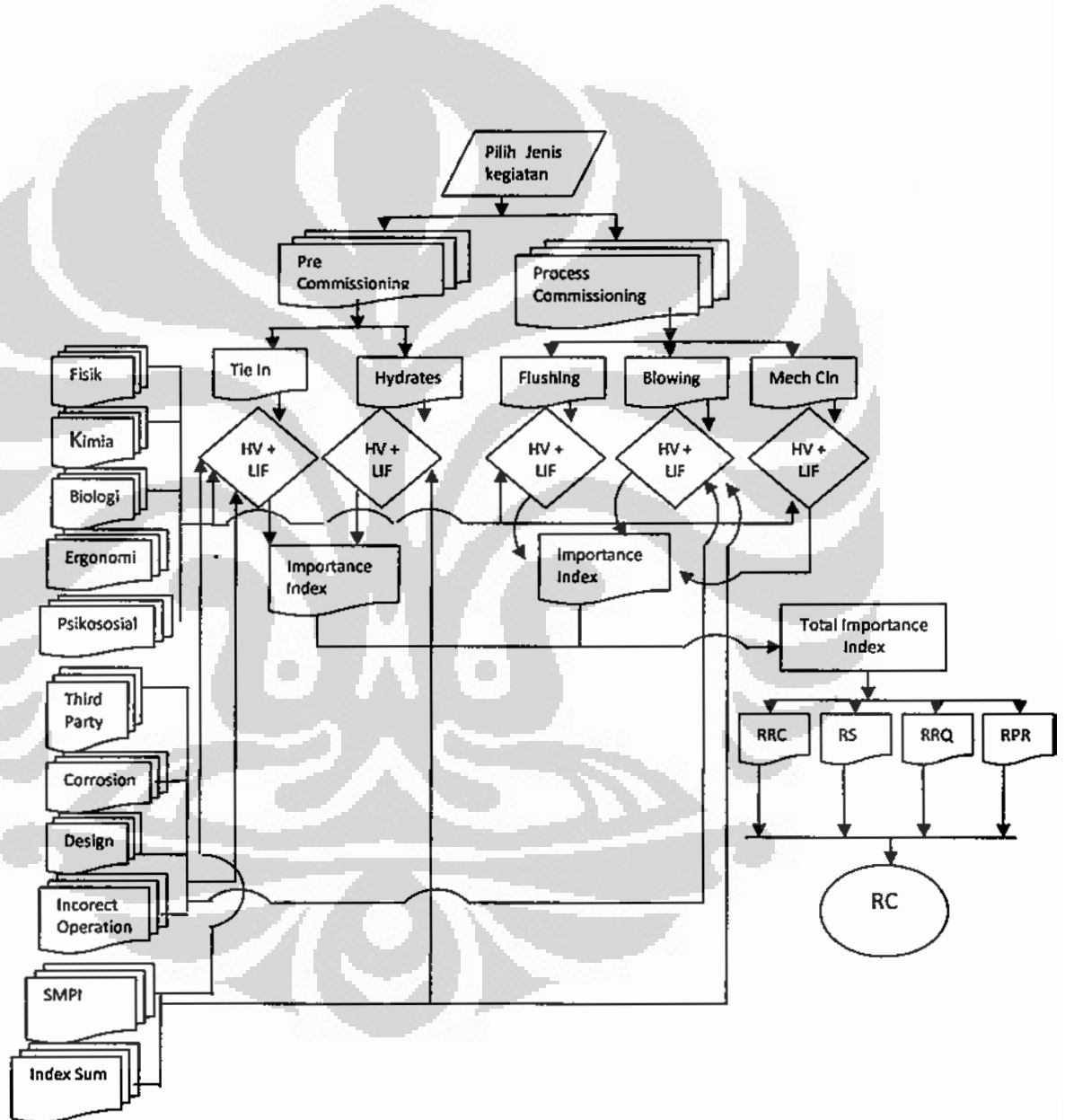
Dengan kemajuan teknologi dan meningkatnya kebutuhan mendapatkan informasi secara cepat dari perusahaan untuk mengetahui relative resiko yang akan diterima dalam melakukan suatu aktivitas, maka penyusunan software ini dilakukan untuk mendukung, mempermudah melakukan risk management pada pekerjaan commissioning steams above grounds pada geothermal power plant.

1.4. Tujuan

1. Mendapatkan Relative Risk Cost, schedule, Quality, Public Risk, samapai pada relative consequence pada suatu kegiatan atau tugas.
2. Mendapatkan tingkat efektifitas proteksi K3 pada setiap kegiatan.

BAB 2

DIAGRAM ALIR PENGUKURAN TINGKAT EFEKTIFITAS PROTEKSI K3 PADA COMMISSIONING SAGS PEMBANGUNAN PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK PANAS BUMI MENGGUNAKAN PROGRAM COMPUTER



BAB 3

DESIGN ANALYSIS

3.1. Bahasa Pemrograman.

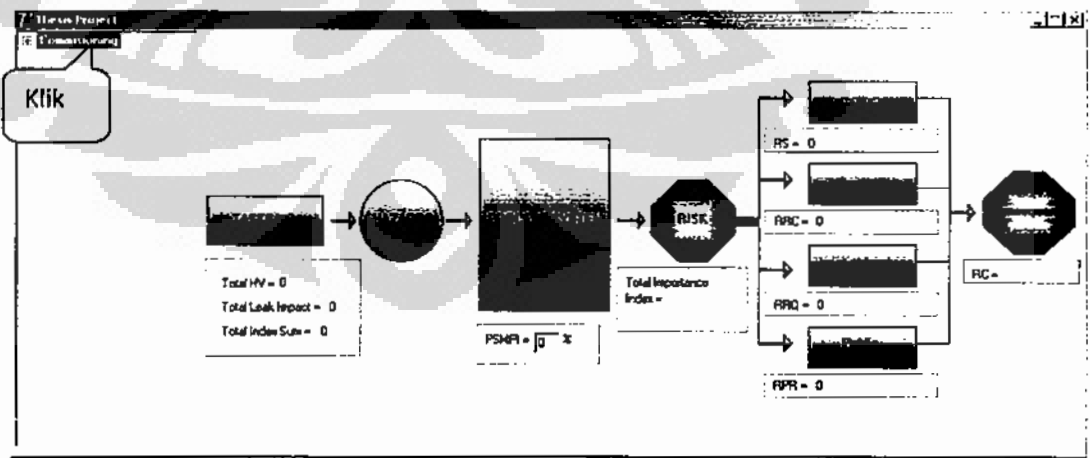
Pada pembuatan program ini bahaya pemrograman dengan menggunakan software pemrograman Borland Delphi 7, dengan alasan:

1. Memudahkan visualisasi aplikasi formula-formula yang digunakan dalam *Risk Management* penelitian ini.
2. Memudahkan otomatisasi formula-formula yang digunakan dalam *Risk Management* penelitian ini.

3.2. Tampilan Awal

Pada tampilan awal layar akan menunjukkan pilihan tugas atau kegiatan pada tahapan *Commissioning*. Disini menunjukkan gambaran bahwa pada tahapan ini terdiri dari beberapa tugas atau kegiatan yang akan diidentifikasi *Hazards nya*. Kemudian setelah terlihat tampilan awal pilih *icon commissioning*.

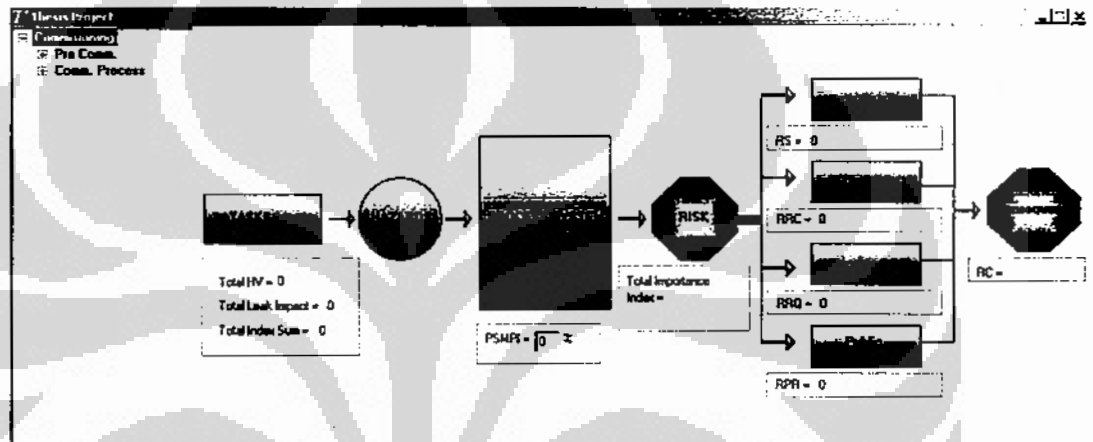
Gambar. 1 Tampilan awal



3.3. Tampilan Menu Kegiatan

Setelah klik menu *commissioning* maka akan terlihat beberapa tugas atau kegiatan dalam *commissioning* sags pada pembangunan PLTP. Kemudian Pilih salah satu untuk memulai melakukan identifikasi *hazards* pada setiap tugas.

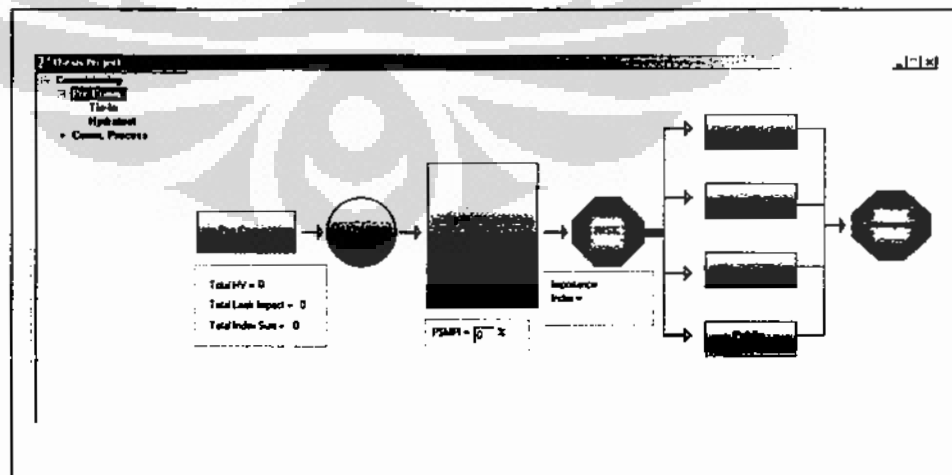
Gambar. 2. Tampilan Kegiatan *Commissioning*



3.4. Pre-Commissioning

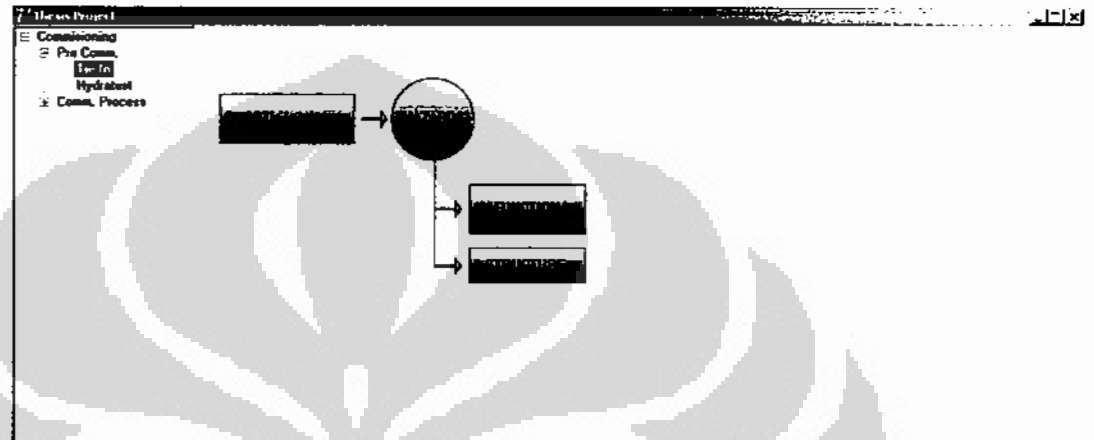
Setelah memilih salah satu kegiatan maka akan tampak seperti pada gambar berikut, misal *Klik Pre-Commissioning*.

Gambar.3. Tampilan *Pre-Commissioning* Tugas



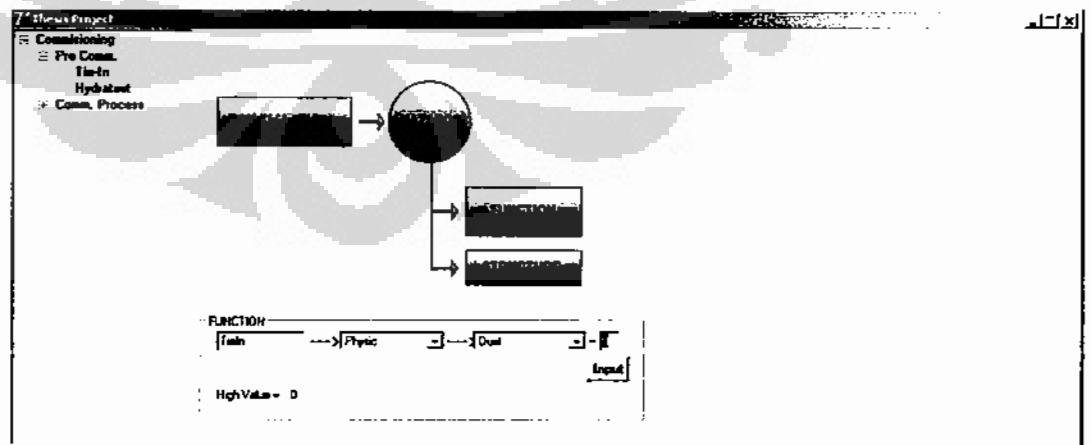
Setelah tampak seperti di atas pilih salah satu tugas yang ada, misal Tie-In seperti pada gambar dibawah ini.

Gambar.4. Tampilan Tugas Tie-In



Setelah klik tugas tie-in maka kita mulai memilih untuk melakukan identifikasi Hazards, pada kegiatan ini, disini tampak ada dua sumber Hazard, yang pertama adalah Hazards sumber function, yang kedua structure sumber pipa. misal klik Construction maka akan tampak seperti dibawah ini;

Gambar. 5. Function Hazards.



Pada tampilan terlihat ada kolom fisik, jika diklik pada kolom tersebut akan tampak pada menu pilihan fisik, kimia, biologi, ergonomi, psikososial, disamping kolom tersebut terlihat kolom input score, sebelum mengisi semua inputan ini berdasarkan hazards yang ada, maka harus ke lapangan untuk melakukan pengukuran langsung hazards yang ada kemudian hasilnya dikelompokkan berdasarkan tabel semi kuantitatif dengan score berkisar 0 – 4 point. Kemudian hasilnya dimasukan kedalam kolom input.

Secara otomatis akan terhitung nilai dari High Value (HV) dari Hazard kegiatan Tei-In dengan formula sebagai berikut;

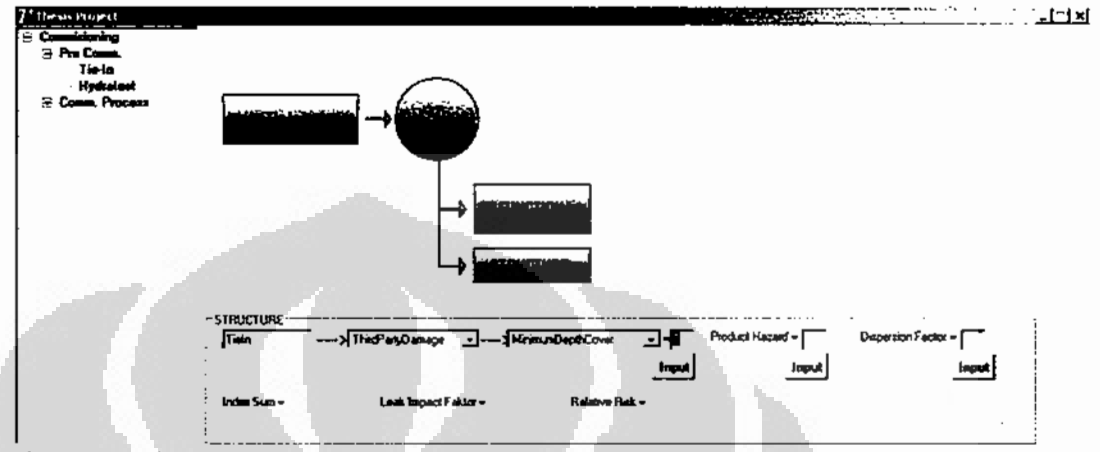
$$\text{High Value} = \left(\begin{array}{l} \text{(semua score tertinggi fisik dijumlahkan) X (semua score} \\ \text{tertinggi kimia dijumlahkan) X (semua score tertinggi biologi} \\ \text{dijumlahkan) X (semua score tertinggi ergonomi dijumlahkan)} \\ \text{X (semua score tertinggi psikososial dijumlahkan)} \end{array} \right)$$

kemudian sebelum mendapatkan hasil performance index pekerjaan tei-in, kita harus kembali lapangan untuk mengukur performance dari safety management systemnya.

Setelah itu kita baru memasukan nilai tersebut dan otomatis akan keluar pada tampilan nilai Importance Index (HV/PSMPI) pada tugas tie-in.

Selanjutnya kita lanjutkan dengan klik hazard pipa, maka akan tampak pada layar sesuai tabel berikut:

Gambar. 6. Hazard Structure



Pada layar tampak beberapa kolom yang pertama adalah bagian isian dari index sum yang harus diisi sebelum kita mengisi kolom tersebut kita harus ke lapangan untuk mengukur kondisi pipa dan aktivitasnya termasuk lingkungannya seperti tabel dibawah ini.

Tabel. 1. Rating Third Party Index

A	<i>Minimum Depth of cover</i>	0 - 20 pts	20 %
B	<i>Activity Level</i>	0 - 20 pts	20 %
C	<i>Aboveground Facility</i>	0 - 10 pts	10 %
D	<i>Line Locating</i>	0 - 15 pts	15 %
E	<i>Public Education</i>	0 - 15 pts	15 %
F	<i>Right of way condition</i>	0 - 5 pts	5 %
G	<i>Patrol</i>	0 - 15 pts	15 %
		0 - 100 pts	100 %

Tabel 2. Rating Corrosion Index

A	<i>Atmospheric Corrosion</i>	0 – 10 pts	10 %
	<i>A.1. Atmospheric Exposures</i>	0 – 5 pts	
	<i>A.2. Atmospheric Type</i>	0 – 2 pts	
	<i>A.3. Atmospheric Coating</i>	0 – 3 pts	
B	<i>Internal Corrosion</i>	0 – 20 pts	20 %
	<i>B.1. Product Corosivity</i>	0 – 10 pts	
	<i>B.2. Internal Protection</i>	0 – 10 pts	
C	<i>Subsurface Corrosion</i>	0 – 70 pts	70 %
	<i>C.1. Subsurface Invironment</i>	0 – 20 pts	
	<i>Soil Corrosivity</i>	0 – 15 pts	
	<i>Mechanical Corrosion</i>	0 – 5 pts	
	<i>C.2. Cathodic protection</i>	0 – 8 pts	
	<i>Effectiveness</i>	0 – 15 pts	
	<i>Interference Potential</i>	0 – 10 pts	
	<i>C.3. Coating</i>	0 – 10 pts	
	<i>Fitness</i>	0 – 10 pts	
	<i>Condition</i>	0 – 15 pts	

Tabel 3. Rating Design Index

A	<i>Safety Factor</i>	0 – 35 pts	35 %
B	<i>Faticque</i>	0 - 15 pts	15 %

C	<i>Surge Potential</i>	0 - 10 pts	10 %
D	<i>Integrity Verifications</i>	0 - 25 pts	25 %
E	<i>Land Movement</i>	0 - 15 pts	15 %
		0 - 100 pts	100 %

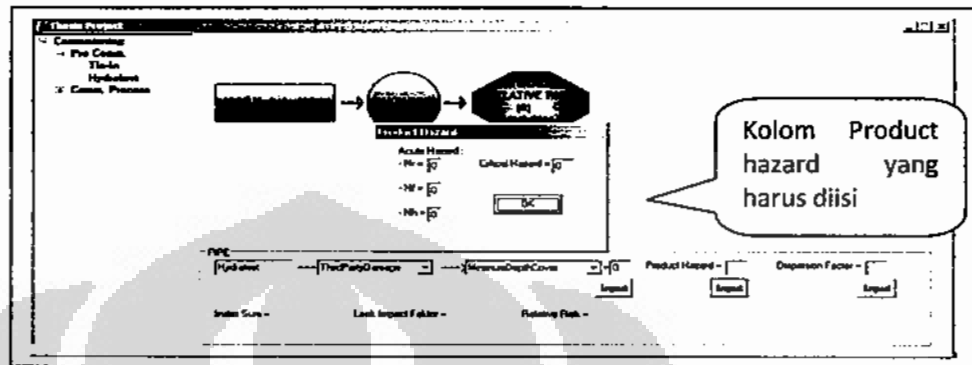
Tabel.4. *Rating Incorrect Operation Index*

A	<i>Design</i>		
	<i>A.1. Hazard Identification</i>	0 - 4 pts	
	<i>A.2. MAOP Potential</i>	0 - 12 pts	
	<i>A.3. Safety System</i>	0 - 10 pts	
	<i>A.4. Material Selection</i>	0 - 2 pts	
	<i>A.5. Checks</i>	0 - 2 pts	
		0 - 30 pts	30 %
B	<i>Construction</i>		
	<i>B.1. Inspection</i>	0 - 10 pts	
	<i>B.2. Material</i>	0 - 2 pts	
	<i>B.3. Joining</i>	0 - 2 pts	
	<i>B.4. Backfill</i>	0 - 2 pts	
	<i>B.5. Handling</i>	0 - 2 pts	
	<i>B.6. Coating</i>	0 - 2 pts	
	0 - 20 pts	20 %	
C	<i>Operation</i>		70 %
	<i>C.1. Procedures</i>	0 - 7 pts	

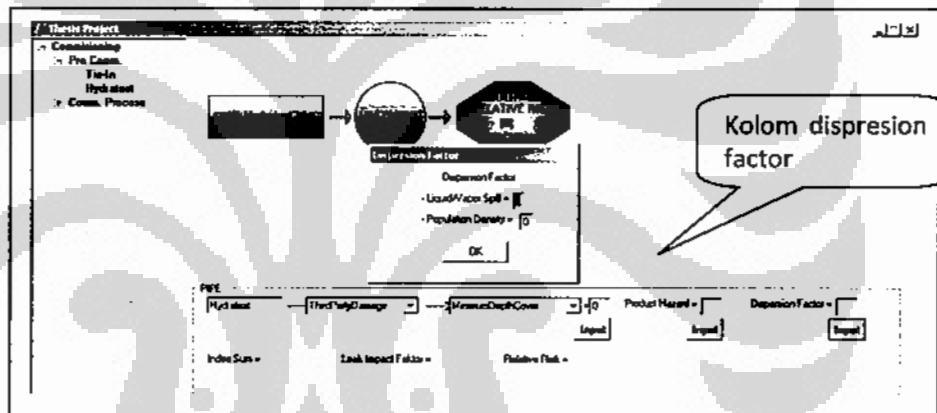
	<i>C.2. CSADA/Communications</i>	0 – 3 pts	
	<i>C.3. Drug Testing</i>	0 – 2 pts	
	<i>C.2. Cathodic protection</i>	0 – 8 pts	
	<i>C.4. Safety Programs</i>	0 – 2 pts	
	<i>C.5. Survey/Maps/Records</i>	0 – 5 pts	
	<i>C.6. Trainig</i>	0 – 10 pts	
	<i>C.7. Mechanical Error Preventers</i>	0 – 6 pts	
		0 – 35 pts	35 %
<i>D</i>	<i>Maintenance</i>		
	<i>D.1. Documentation</i>	0 – 2 pts	
	<i>D.2. Schedule</i>	0 – 3 pts	
	<i>D.3. Procedure</i>	0 – 10 pts	
		0 - 15	15 %

Setelah mengukur seperti variabel – variabel seperti didalam tabel -1 sampai tabel 3 maka selanjutnya hasilnya secara otomatis dapat terlihat pada kolom index sum dengan Forlmula: $\text{Index Sum} = \text{Score Index (Index Sum)} = \text{Score Trid Party} + \text{Score Corrosion Index} + \text{Score Design Index} + \text{Sore Incorect Operation Index}$. Untuk mengetahui nilai *Leak Impact* maka kembali harus melakukan pengukuran ke lapangan untuk mendapatkan *score product hazard* dan *dispresion factor*. Setelah mendapatkan data dari penguljuran dilapangan maka hasilnnya harus diinput ke kolom *product hazard* dan *dispersion factor* seperti tampak pada gambar 7 dan gambar 8.

Gambar.7. Tampilan kolom isian *product hazard*



Gambar.8. tampilan kolom isian *dispersion factor* yang harus diisi



Setelah mengisi kolom yang sudah tersedia sesuai gambar diatas, maka otomatis Leak Impact Factor akan muncul, dengan formula $LIF = PH \times D \times R$ sesuai risk management dari W. Kent Muhlbauer edisi 2004, tidak menggunakan edisi 1992 karena dengan memperhatikan nilai hazard dalam keselamatan itu adalah sangat penting maka program ini menggunakan edisi 2004 yang mengalikan semua hazard bukan dibagi. Setelah mengetahui Leak Impact maka secara otomatis juga akan tertampil Relative Risknya pada task tersebut dengan formula :

$$\text{Relative Risk score} = \text{Index Sum} / \text{Leak Impact.}$$

Selanjutnya pada tugas yang misal hydratest analisisnya pengoperasiannya sama dengan task diatas (Tei-in).

3.5. *Commissioning Process*

Dalam proses analisa dan pengisian untuk task *commissioning process* sama dengan *pada pre-commissioning*.

3.6. Analisa dampak Proteksi K3.

Setelah selesai semua task terisi dan teridentifikasi besar hazards dan leak impack faktornya, dan besarnya nilai performance sistem management K3 yang dilakukan maka akan terakumulasi dengan formula:

$$\text{Total Importance Index} = (\text{HV} \times \text{LIF}) / (\text{PSMPI} \times \text{Index Sum})$$

Untuk mengetahui nilai safety management performance yang dilakukan harus melakukan pengukuran ke lapangan dengan contoh item seperti pada tabel dibawah ini dengan batas bobot 100%.

Tabel.5. Kriteria / Point Process Safety Management.

Elemen	Score	Bobot
<i>Accountability: Objective and Goals</i>	0 – 15 pts	15 %
<i>Process knowlage and documentation</i>	0 – 10 pts	10 %
<i>Capital project hazard reviews</i>	0 – 5 pts	5 %
<i>Process Risk Management</i>	0 – 5 pts	5 %
<i>Training and performanace</i>	0 – 15 pts	15 %
<i>Human factors</i>	0 – 10 pts	10 %
<i>Management of change</i>	0 – 5 pts	5 %
<i>Process and equipment integrity</i>	0 – 10 pts	10 %
<i>Company standards, codes and lows</i>	0 – 5 pts	5 %
<i>Incident Investigation</i>	0 – 5 pts	5 %
<i>Audit and corrective actions</i>	0 – 10 pts	10 %
<i>Enhancement of process safety knowlage</i>	0 – 5 pts	5 %
TOTAL		100 %

Formula yang lain yang akan menghasilkan nilai relative yang tampak pada tampilan adalah sebagai berikut:

$$\text{Relative Risk Cost (RRC)} = \frac{\text{Cost Performance Index (CPI) / Total Importance Index (TII)}}{\text{Index (TII)}}$$