



UNIVERSITAS INDONESIA

**IDENTIFIKASI BAHAYA, ANALISIS, DAN PENGENDALIAN RISIKO DALAM
TAHAP DESAIN PROSES PRODUKSI MINYAK & GAS DI KAPAL *FLOATING
PRODUCTION STORAGE & OFFLOADING* (FPSO) UNTUK PROJEK PETRONAS
BUKIT TUA TAHUN 2010**

TESIS

YUSUF WACHYUDI

0806442626

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM MAGISTER KESELAMATAN & KESEHATAN KERJA
DEPOK
JULI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**IDENTIFIKASI BAHAYA, ANALISIS, DAN PENGENDALIAN RISIKO
DALAM TAHAP DESAIN PROSES PRODUKSI MINYAK & GAS DI
KAPAL *FLOATING PRODUCTION STORAGE & OFFLOADING* (FPSO)
UNTUK PROJEK PETRONAS BUKIT TUA TAHUN 2010**

TESIS

Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar
Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja

YUSUF WACHYUDI

0806442626

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM MAGISTER KESELAMATAN & KESEHATAN KERJA
DEPOK
JULI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Yusuf Wachyudi

NPM : 0806442626

Tanda Tangan :

Tanggal : 08 Juli 2010



SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : Yusuf Wachyudi
NPM : 0806442626
Mahasiswa Program : S2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Tahun Akademik : 2008 – 2010

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

“Identifikasi Bahaya, Analisis, dan Pengendalian Risiko dalam Tahap Desain Proses Produksi Minyak & Gas di Kapal *Floating Production Storage & Offloading* (FPSO) untuk Projek Petronas Bukit Tua Tahun 2010”

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar – benarnya.

Depok, 08 Juli 2010

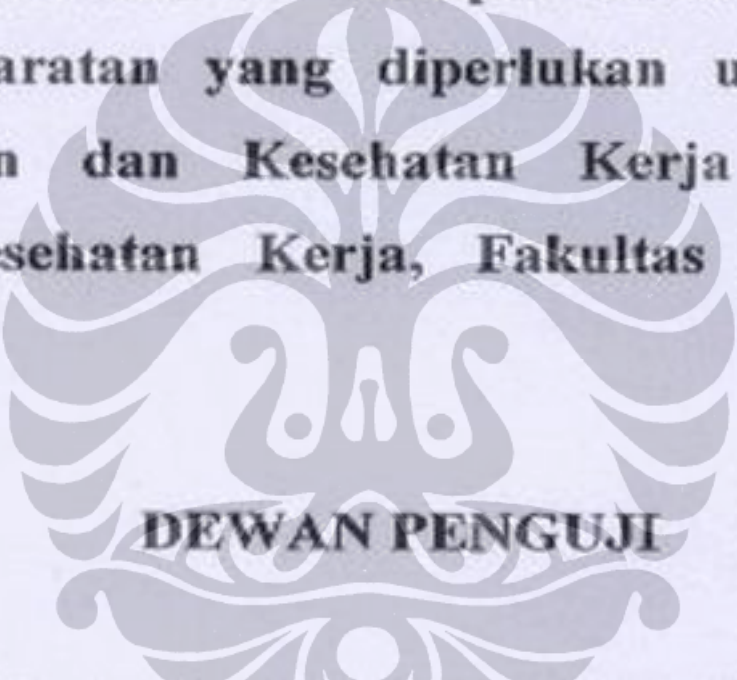


(Yusuf Wachyudi)

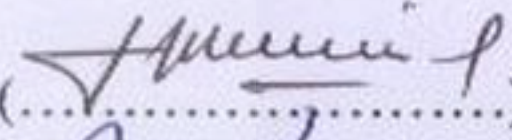
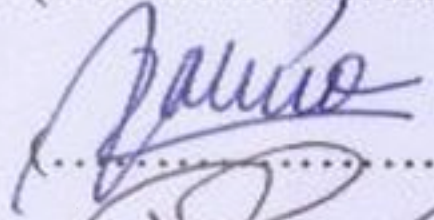
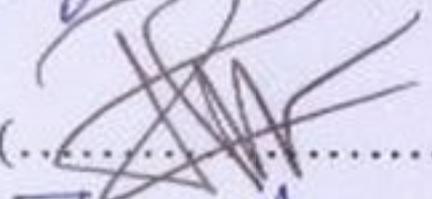
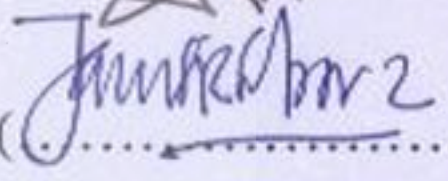

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Yusuf Wachyudi
NPM : 0806442626
Program Studi : Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Judul Tesis : "Identifikasi Bahaya, Analisis, dan Pengendalian Risiko dalam Tahap Desain Proses Produksi Minyak & Gas di Kapal *Floating Production Storage & Offloading* (FPSO) untuk Proyek Petronas Bukit Tua Tahun 2010"

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.



DEWAN PENGUJI

Pembimbing : DR. Ir. Sjahrul Meizar Nasri, MSc. ()
Penguji 1 : dra. Fatma Lestari, MSc., Ph.D ()
Penguji 2 : Hendra, SKM, MKKK ()
Penguji 3 : L. Jamsir Sabara, BSc., MBA. ()
Penguji 4 : Ir. Joko Susilo, MSc. ()

Ditetapkan di : Depok, Jawa Barat

Tanggal : 08 Juli 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Yusuf Wachyudi
NPM : 0806442626
Program Studi : Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Judul Tesis : “Identifikasi Bahaya, Analisis, dan Pengendalian Risiko dalam Tahap Desain Proses Produksi Minyak & Gas di Kapal *Floating Production Storage & Offloading* (FPSO) untuk Proyek Petronas Bukit Tua Tahun 2010”

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : DR. Ir. Sjahrul Meizar Nasri, MSc. (.....)
Penguji 1 : dra. Fatma Lestari, MSc., Ph.D (.....)
Penguji 2 : Hendra, SKM, MKKK (.....)
Penguji 3 : L. Jamsir Sabara, BSc., MBA. (.....)
Penguji 4 : Ir. Joko Susilo, MSc. (.....)

Ditetapkan di : Depok, Jawa Barat

Tanggal : 08 Juli 2010

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat – Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat gelar Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja Jurusan Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Fakultas Kesehatan Masyarakat. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

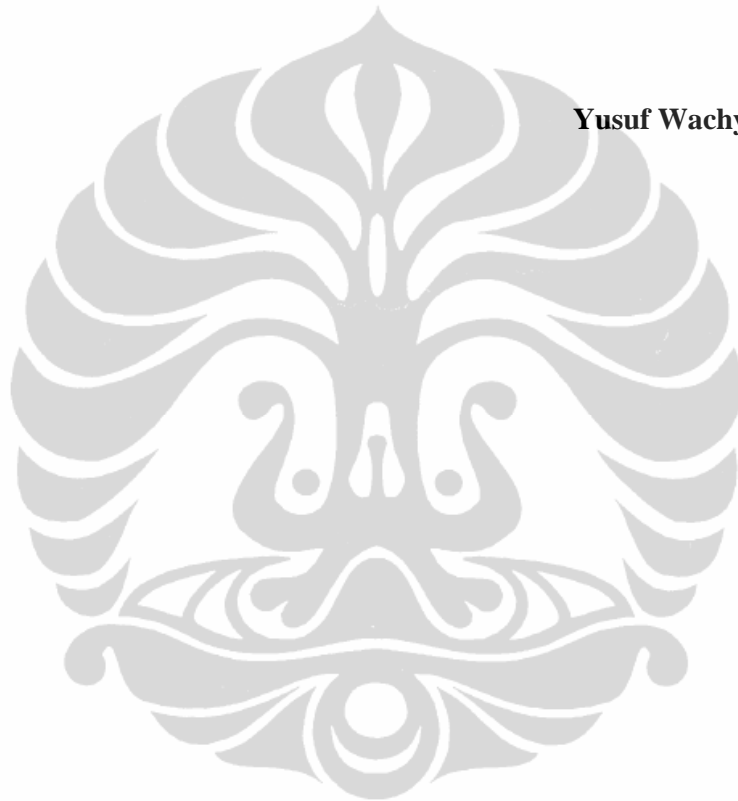
- 1) DR. Ir. Sjahrul Meizar Nasri, MSc., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini;
- 2) Ben Sudirman, SE., selaku *Business Development Manager* di perusahaan PT. Pertamina Tongkang yang telah memilih saya sebagai anggota team untuk Projek FSO – LPG dan FPSO dengan M3ENERGY BERHAD.
- 3) H. Atong Rachmat S., selaku *HSE Manager* di perusahaan PT. Pertamina Tongkang yang memberikan keluasaan waktu kepada saya untuk menyelesaikan thesis ini.
- 4) Mr. Andrew Waterson, selaku *Technical Manager* di perusahaan M3ENERGY BERHAD yang juga telah memberikan bantuan ilmu dan pengetahuannya di bidang proses produksi minyak & gas pada FPSO dan memberikan akses kemudahan untuk memperoleh data yang saya perlukan;
- 5) Wenny Ipmawan, ST., MKKK., selaku sahabat dan guru yang memberikan bantuan ilmu dan pengetahuan tentang HAZOPS, dan memberikan tempat dan akomodasinya
- 6) Istriku tercinta, Mulya Dewi; Anakku tersayang Laquisha Yaffa Antonia Wachyudi; calon bayiku yang masih dalam kandungan; dan Orang tua serta keluarga saya yang telah memberikan dukungan moral dan material;
- 7) Team HAZOPS M3ENERGY BERHAD, Malaysia dan Project Team PT. Pertamina Tongkang.

8) Sahabat-sahabat Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja Angkatan 2008 yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan tesis ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Juli 2010

Yusuf Wachyudi



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yusuf Wachyudi
NPM : 0806442626
Program Studi : Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Departemen : Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Fakultas : Kesehatan Masyarakat
Jenis karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Identifikasi Bahaya, Analisis, dan Pengendalian Risiko dalam Tahap Desain Proses Produksi Minyak & Gas di Kapal *Floating Production Storage & Offloading* (FPSO) untuk Proyek Petronas Bukit Tua Tahun 2010”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok, Jawa Barat

Pada tanggal : 08 Juli 2010

Yang menyatakan


(Yusuf Wachyudi)

ABSTRAK

Nama : Yusuf Wachyudi
Program Studi : Kesehatan dan Keselamatan Kerja
Judul : “Identifikasi Bahaya, Analisis, dan Pengendalian Risiko dalam Tahapan Desain Proses Produksi Minyak & Gas di Kapal *Floating Production Storage & Offloading* (FPSO) untuk Proyek Petronas Bukit Tua Tahun 2010”

Tesis ini membahas tentang penilaian risiko yang dilakukan di Fasilitas Proses Produksi pada FPSO. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah HAZOPS. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif deskriptif atau observatif. Hasil penelitian ini memberikan gambaran tingkat risiko proses di Fasilitas Proses Produksi pada FPSO, dimana tingkat risiko tertinggi ada pada proses pada peralatan *1st* dan *2nd* *stage separator*, dan *Fuel gas scrubber* serta *Fuel gas filter coalescer*. Tingkat risiko tersebut diperoleh dari kombinasi kemungkinan kejadian (*probability*) dan keparahan dampak (*consequences*). Selain itu dihasilkan rekomendasi-rekomendasi untuk mengendalikan risiko-risiko yang ada sehingga sampai risiko dikategorikan menjadi risiko yang dapat diterima.

Kata Kunci :
FPSO, Risiko, *Probability*, *Consequences*

ABSTRACT

Name : Yusuf Wachyudi
Study Program : Occupational Health & Safety
Title : “Hazard Identification, Analysis, and Risk Control in The Design Phase of Oil & Gas Production Process on Floating Production Storage & Offloading (FPSO) Vessel for Petronas Bukit Tua Project Year of 2010”

The thesis discusses about risk assessment conduct at Production Process Facilities on the FPSO. The method that used in this study is HAZOPS. This research is a qualitative descriptive or observative approach. The results of this research provides a level of risk in the process at Production Process Facility on FPSO, where the highest risk level of the process is on the equipment, such as 1st and 2nd stage separators, fuel gas and fuel gas scrubber and filter coalester. Risk level is derived from a combination of probability and consequences value. The research give recommendations for controlling the existing risks until the risk is classified as acceptable risk.

Key words :
FPSO, Risk, Probability, Consequences

ABSTRACT

Naam : Yusuf Wachyudi
Studie Programma : Occupational Health & Safety
Titel : “Hazard Identificatie, Analyse, en Controle van Risico in De Ontwerp fase van Oil & Gas Productie Installaties in Floating Production Storage & Offloading (FPSO) voor Het Project Petronas Bukit Tua Jaar 2010”

Het proefschrift bespreekt over risicobeoordeling uit te voeren op Productieproces voorzieningen op de FPSO. De methode die wordt gebruikt in deze studie is HAZOPS. Dit onderzoek is een kwalitatief beschrijvend of observerende aanpak. De resultaten van dit onderzoek biedt een mate van risico in het proces bij de productie-faciliteit van FPSO-proces, waar het hoogste risico niveau van het proces is op de apparatuur, zoals 1e en 2e fase afscheiders, brandstof gas en het filter gaswater coalester. Risico-niveau is afgeleid uit een combinatie van kans en de gevolgen waarde. Het onderzoek geeft aanbevelingen voor het regelen van de bestaande risico's tot dat het risico is geclassificeerd als aanvaardbaar risico.

Trefwoord :
FPSO, Risico, Waarschijnlijkheid, Gevolgen

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	.....	ii
SURAT PENYATAAN	.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	.....	iv
KATA PENGANTAR	.....	v
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN	.....	vii
PUBLIKASI		
ABSTRAK	.....	viii
DAFTAR ISI	.....	xi
DAFTAR GAMBAR	.....	xvii
DAFTAR TABEL	.....	xviii
I PENDAHULUAN		
1.1 Latar Belakang	.....	1
1.2 Rumusan Masalah	.....	2
1.3 Pertanyaan Penelitian	.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	.....	3
1.4.1 Tujuan Umum	.....	3
1.4.2 Tujuan Khusus	.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	.....	4
1.5.1 Manfaat Bagi Perusahaan	.....	4
1.5.2 Manfaat Bagi Universitas Indonesia	.....	4
1.5.3 Manfaat Bagi Penulis	.....	4

1.6 Ruang Lingkup dan Keterbatasan Penelitian	4
II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengantar	6
2.2 Kapal <i>Floating Production Storage & Offloading</i> (FPSO)	6
2.3 Proses Produksi pada Kapal FPSO	9
2.4 Manajemen Risiko	12
2.5 Penilaian Risiko	13
2.6 Identifikasi Bahaya	15
2.6.1 Pentingnya Identifikasi Bahaya	15
2.6.2 Prinsip Identifikasi Bahaya	15
2.6.3 Justifikasi Pemilihan Metode	22
2.7 <i>Hazard Operability Study</i> (HAZOPS)	23
2.7.1 Latar Belakang HAZOPS	23
2.7.2 Pengertian HAZOPS	23
2.7.3 Keutamaan HAZOPS	24
2.7.4 Keterbatasan Teknik HAZOPS	24
2.7.5 Metodologi HAZOPS	25
2.7.6 Analisis Kemungkinan	28
2.7.7 Analisis Consequences	28
2.7.8 Penentuan Tingkat Risiko	31

2.7.9 Penjelasan Risiko Kategori Tidak Dapat Ditolerir	.....	33
2.8 Pengendalian Risiko	.....	36
III KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL		
3.1 Kerangka Teori	.....	37
3.2 Kerangka Konsep	.....	39
3.3 Definisi Operasional	.....	40
IV METODOLOGI PENELITIAN		
4.1 Jenis Penelitian	.....	42
4.2 Lokasi Penelitian	.....	42
4.3 Waktu Penelitian	.....	42
4.4 Pengumpulan Data	.....	42
4.4.1 Data Primer	.....	42
4.4.2 Data Sekunder	.....	43
4.5 Rencana Analisis Data	.....	43
4.5.1 Persiapan Sebelum Melakukan Analisis	.....	43
4.5.2 Analisis Data	.....	43
V HASIL PENELITIAN		
5.1 Spesifikasi Kapal Tanker	.....	53
5.2 Konversi Kapal Tanker	.....	54
5.3 Proses Produksi Minyak di Kapal FPSO	.....	55

5.4 Hasil Analisis P&ID dengan Metode HAZOPS	.....	56
5.5 Hasil Identifikasi Bahaya	.....	57
5.6 Ringkasan Hasil Analisis Risiko dengan Metode HAZOPS	.....	58
5.7 Presentasi Nilai Risiko	.....	61
5.7.1 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>1st Stage Separator</i>	.....	61
5.7.2 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>2nd Stage Separator</i>	.....	64
5.7.3 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Produced Water Pump</i>	.....	66
5.7.4 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Produced Recycle Pump</i>	.....	68
5.7.5 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>De-Oilling Hydrocyclone</i>	.....	70
5.7.6 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Degasser Vessel</i>	.....	72
5.7.7 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>HP Flare Knock Out Drum</i>	.....	74
5.7.8 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>LP Flare Knock Out Drum</i>	.....	76
5.7.9 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Closed Drain Vessel</i>	.....	78
5.7.10 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Condensate Return Pump</i>	.....	80
5.7.11 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Fuel Gas Knock Out Drum</i>	.....	82
5.7.12 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Fuel Gas Scrubber</i>	.....	84

5.7.13 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Fuel Gas Filter Coalester</i>	.....	86
5.7.14 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Fuel Gas Superheater</i>	.....	88
VI PEMBAHASAN		
6.1 Penentuan Node	.....	90
6.2 Node <i>1st Stage Separator</i>	.....	90
6.3 Node <i>2nd Stage Separator</i>	.....	92
6.4 Node <i>Produced Water Pump</i>	.....	94
6.5 Node <i>Produced Recycle Pump</i>	.....	95
6.6 Node <i>De-Oilling Hydrocyclone</i>	.....	96
6.7 Node <i>Degasser Vessel</i>	.....	98
6.8 Node <i>HP Flare Knock Out Drum</i>	.....	102
6.9 Node <i>LP Flare Knock Out Drum</i>	.....	103
6.10 Node <i>Closed Drain Vessel</i>	.....	107
6.11 Node <i>Condensate Return Pump</i>	.....	110
6.12 Node <i>Fuel Gas Knock Out Drum</i>	.....	111
6.13 Node <i>Fuel Gas Scrubber</i>	.....	112
6.14 Node <i>Fuel Gas Filter Coalester</i>	.....	113
6.15 Node <i>Fuel Gas Superheater</i>	.....	115
VII KESIMPULAN DAN SARAN		
7.1 Kesimpulan	.....	117

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	FPSO Unit	.....	7
Gambar 2.2	Kapal Tanker Konversi Menjadi FPSO	.....	8
Gambar 2.3	Bagian-bagian dari Kapal FPSO	.....	9
Gambar 2.4	Proses Produksi pada FPSO	.....	10
Gambar 2.5	Elemen-elemen Manajemen Risiko	.....	12
Gambar 2.6	Tahapan Risk Assessment	.....	14
Gambar 3.1	Proses Analisis Risiko dan Penilaian Risiko	.....	37
Gambar 3.2	Kerangka Konsep Penelitian	.....	39
Gambar 4.1	Diagram Alir Analisis Data	.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Guide word dan Parameter Proses	26
Tabel 2.2	Tingkat Pengukuran Kemungkinan	28
Tabel 2.3	Tingkat Pengukuran Konsekuensi Manusia	29
Tabel 2.4	Tingkat Pengukuran Konsekuensi Aset	30
Tabel 2.5	Tingkat Pengukuran Konsekuensi Lingkungan	30
Tabel 2.6	Tingkat Pengukuran Konsekuensi Reputasi	31
Tabel 2.7	Matrix Risiko	32
Tabel 4.1	Guide word dan Parameter Proses	46
Tabel 4.2	Tingkat Pengukuran Kemungkinan	47
Tabel 4.3	Tingkat Pengukuran Konsekuensi Manusia	48
Tabel 4.4	Tingkat Pengukuran Konsekuensi Aset	49
Tabel 4.5	Tingkat Pengukuran Konsekuensi Lingkungan	49
Tabel 4.6	Tingkat Pengukuran Konsekuensi Reputasi	50
Tabel 4.7	Matrix Risiko	51
Tabel 5.1	Utility pada Kapal FPSO berikut Spesifikasinya	54

Tabel 5.2	Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node <i>1st Stage Separator</i>	56
Tabel 5.3	Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node <i>2nd Stage Separator</i>	56
Tabel 5.4	Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node <i>Produced Water Pump</i>	56
Tabel 5.5	Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node <i>Produced Recycle Pump</i>	56
Tabel 5.6	Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node <i>De-Oiling Hydrocyclone</i>	56
Tabel 5.7	Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node <i>Degasser Vessel</i>	56
Tabel 5.8	Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node <i>HP Flare Knock Out Drum</i>	56
Tabel 5.9	Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node <i>LP Flare Knock Out Drum</i>	56
Tabel 5.10	Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node <i>Closed Drain Vessel</i>	56
Tabel 5.11	Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node <i>Condensate Return Pump</i>	56
Tabel 5.12	Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node <i>Fuel Gas Knock Out Drum</i>	56
Tabel 5.13	Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node <i>Fuel Gas Scrubber</i>	56

Tabel 5.14	Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node <i>Fuel Gas Filter</i> <i>Coalester</i>	56
Tabel 5.15	Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node <i>Fuel Gas Superheater</i>	56
Tabel 5.16	Ringkasan Hasil Analisis Risiko Setiap Node dari Nilai Tertinggi	59
Tabel 5.17	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>1st Stage Separator</i> untuk <i>Risk Rating</i> Awal	62
Tabel 5.18	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>1st Stage Separator</i> untuk <i>Residual</i> <i>Risk Rating</i>	63
Tabel 5.19	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>2nd Stage Separator</i> untuk <i>Risk Rating</i> Awal	64
Tabel 5.20	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>2nd Stage Separator</i> untuk <i>Residual</i> <i>Risk Rating</i>	65
Tabel 5.21	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Produced Water Pump</i> untuk <i>Risk</i> <i>Rating</i> Awal	66
Tabel 5.22	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Produced Water Pump</i> untuk <i>Residual</i> <i>Risk Rating</i>	67
Tabel 5.23	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Produced Recycle Pump</i> untuk <i>Risk</i> <i>Rating</i> Awal	68
Tabel 5.24	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Produced Recycle Pump</i> untuk <i>Residual Risk Rating</i>	69

Tabel 5.25	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>De-Oilling Hydrocyclone Risk Rating</i> Awal	70
Tabel 5.26	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>De-Oilling Hydrocyclone Residual</i> <i>Risk Rating</i>	71
Tabel 5.27	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Degasser Vessel Risk Rating</i> Awal	72
Tabel 5.28	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Degasser Vessel Residual Risk Rating</i>	73
Tabel 5.29	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>HP Flare Knock Out Drum Risk</i> <i>Rating</i> Awal	74
Tabel 5.30	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>HP Flare Knock Out Drum Residual</i> <i>Risk Rating</i>	75
Tabel 5.31	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>LP Flare Knock Out Drum Risk</i> <i>Rating</i> Awal	76
Tabel 5.32	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>LP Flare Knock Out Drum Residual</i> <i>Risk Rating</i>	77
Tabel 5.33	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Closed Drain Vessel Risk Rating</i> Awal	78
Tabel 5.34	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Closed Drain Vessel Residual Risk</i> <i>Rating</i>	79
Tabel 5.35	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Condensate Return Pump Risk Rating</i> Awal	80

Tabel 5.36	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Condensate Return Pump Residual Risk Rating</i>	81
Tabel 5.37	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Fuel Gas Knock Out Drum Risk Rating Awal</i>	82
Tabel 5.38	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Fuel Gas Knock Out Drum Residual Risk Rating</i>	83
Tabel 5.39	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Fuel Gas Scrubber Risk Rating Awal</i>	84
Tabel 5.40	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Fuel Gas Scrubber Residual Risk Rating</i>	85
Tabel 5.41	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Fuel Gas Filter Coalester Risk Rating Awal</i>	86
Tabel 5.42	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Fuel Gas Filter Coalester Residual Risk Rating</i>	87
Tabel 5.43	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Fuel Gas Superheater Risk Rating Awal</i>	88
Tabel 5.44	Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node <i>Fuel Gas Superheater Residual Risk Rating</i>	89
Tabel 6.1	Penentuan Node	90

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan dari artikel di halaman *web* yang disponsori oleh Kamus Ilmiah, disimpulkan bahwa dalam skala dunia pengembangan ladang minyak dan gas lepas pantai di perairan dalam (*deepwater*) dimulai sejak tahun 1990 sampai dengan tahun 2005 berkembang pesat diiringi dengan penggunaan anjungan lepas pantai, seperti FPSO (*Floating Production Storage Offloading*), TLP (*Tension Leg Platform*), FPS (*Floating Production System*), SPARS, dan GBS pada perairan dalam lebih dari 300 m. (“Anjungan”)

FPSO lebih banyak digunakan pada perusahaan-perusahaan minyak dunia di perairan sangat dalam daripada anjungan lainnya dengan pertimbangan fleksibilitas, ekonomis, teknologi, dan efisiensi.

Terdapat peningkatan operasional kapal FPSO dari tahun 1996 sampai dengan 2011. Jumlah kapal FPSO yang beroperasi pada tahun 1996 adalah 30 buah dan estimasi pada tahun 2011 jumlah kapal FPSO yang beroperasi adalah 190 buah. Prosentase peningkatan penggunaan kapal FPSO adalah sekitar 60% per tahunnya. (Pareto, 2008)

Peningkatan penggunaan kapal FPSO pada perairan sangat dalam harus diikuti dengan pengendalian risiko yang sangat tinggi sehingga terhindar dampak negatif yang dapat menimbulkan kerugian, baik berupa kebakaran, kecelakaan, ledakan, tabrakan, penyebaran bahan beracun, dan pencemaran lingkungan.

Menurut penelitian tentang penilaian risiko (*risk assessment*) pada kapal FPSO, Moan (2002, halaman 206-207) menyatakan bahwa beberapa kejadian kecelakaan yang terjadi yaitu pada kapal FPSO *Lan Shui* tahun 1990, kapal FPSO *Griffin Venture* tahun 1997, dan kapal FPSO *Uisge Gorm* tahun 1999 menyimpulkan bahwa insiden sering terjadi pada aspek operasional.

Oil & Gas UK melaporkan bahwa jumlah kecelakaan yang terjadi pada kapal FPSO periode tahun 1990 sampai dengan 2007 sebanyak 603 kejadian dengan frekuensi per tahunnya sebesar 4,096. (hal. 10)

Oleh karena itu diperlukan penilaian risiko yang mempunyai peranan penting dalam upaya untuk mencegah dan meminimalisasi risiko insiden. Penilaian risiko harus dilakukan pada semua tahapan fase kegiatan termasuk semua perubahannya mulai dari tahap desain sampai tahap pasca operasi.

PT. Pertamina Tongkang (PTK) yang merupakan salah satu perusahaan pelayaran nasional dan statusnya sebagai anak perusahaan dari PT. Pertamina (Persero). Bisnis utama dari PTK sendiri berfokus kepada aktifitas lepas pantai yang menyediakan beberapa hal sebagai berikut :

- Membantu eksplorasi minyak dan gas bumi di lepas pantai.
- Menjadi *Handling Agent* dari penyewa kapal milik PT. Pertamina (Persero) dan kapal pihak ketiga

Dengan adanya penerapan asas cabotage di Indonesia mulai PTK memberanikan diri untuk mengadakan kapal FPSO dikarenakan dapat dijadikan sebagai bisnis baru yang dapat meningkatkan pendapatan bagi perusahaan yang tinggi.

Majalah Investor tanggal 19 Januari 2010 mengatakan bahwa “Asas cabotage adalah kewajiban penggunaan kapal berbendera nasional dalam pengangkutan 13 komoditas dan kegiatan lepas pantai di dalam negeri selambat-lambatnya pada tanggal 1 Januari 2011. Selain mengacu Keputusan Menteri No. 71 tahun 2005, penerapan asas *cabotage* sejalan dengan Instruksi Presiden No. 5 tahun 2005 dan Undang-undang No. 17 tahun 2008 pasal 8, 284, dan 341.

Berdasarkan dokumen-dokumen desain dan peralatan yang terdapat di kapal FPSO, maka tidak satupun dokumen tersebut memberikan informasi bahaya atau risiko dari pengoperasian FPSO ini dikarenakan baru.

1.2 Rumusan Masalah

Banyaknya insiden yang terjadi dalam operasional kapal FPSO yang dapat menimbulkan risiko keselamatan kerja dan dampak terhadap lingkungan yang

besar sehingga dapat merugikan bagi perusahaan, maka diperlukan suatu analisis untuk meminimalisasi bahaya yang dapat terjadi pada fasilitas proses produksi minyak dan gas pada kapal FPSO tersebut.

1.3 Pertanyaan Penelitian

- 1.3.1 Bagaimana gambaran bahaya dari suatu fasilitas proses produksi minyak dan gas di kapal FPSO dan bagaimana dampaknya secara operasional maupun dilihat dari risiko keselamatan kerja dan dampak terhadap lingkungan.
- 1.3.2 Bagaimana gambaran tingkat kemungkinan suatu bahaya dan keparahan dampak jika terjadi fasilitas proses produksi minyak dan gas pada kapal FPSO dioperasikan.
- 1.3.3 Bagaimana gambaran tingkat risiko dari suatu rangkaian proses produksi minyak dan gas pada kapal FPSO jika dioperasikan
- 1.3.4 Bagaimana menentukan suatu tindakan guna mengendalikan risiko/masalah operasional fasilitas proses produksi minyak dan gas di kapal FPSO

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Tesis ini bertujuan untuk melakukan analisis risiko bahaya yang dapat terjadi pada fasilitas proses produksi minyak mentah pada kapal FPSO agar pada saat dioperasikan proses produksi minyak dan gas dapat berjalan dengan aman.

1.4.2 Tujuan Khusus

- 1.4.2.1 Mengidentifikasi bahaya operasional dari proses produksi minyak dan gas pada kapal FPSO dan bagaimana risiko keselamatan kerja dan dampak terhadap lingkungan.

1.4.2.2 Menentukan tingkat kemungkinan suatu bahaya dan keparahan dampak jika kapal FPSO dioperasikan.

1.4.2.3 Menentukan tingkat risiko dari suatu rangkaian proses produksi minyak dan gas pada kapal FPSO jika dioperasikan.

1.4.2.4 Menentukan suatu tindakan guna mengendalikan risiko/masalah operasional fasilitas proses produksi minyak dan gas pada kapal FPSO.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Bagi Perusahaan

Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai tingkat risiko, dan bagaimana mengendalikan risiko dari bahaya terhadap keselamatan kerja dan dampak kepada lingkungan pada operasional fasilitas proses produksi minyak dan gas di kapal FPSO.

1.5.2 Manfaat Bagi Universitas Indonesia

Hasil penelitian dapat memberikan gambaran lebih jelas dan pemahaman yang lebih baik terhadap potensi bahaya yang dapat timbul serta rekomendasi untuk pengendalian risiko yang terjadi pada proses produksi minyak dan gas di kapal FPSO.

1.5.3 Manfaat Bagi Penulis

Penelitian ini merupakan proses pembelajaran dalam rangka meningkatkan kemampuan di bidang penelitian dan pengalaman dalam menganalisis tingkat risiko dan bagaimana mengendalikan risiko dari bahaya terhadap keselamatan kerja dalam operasional fasilitas proses produksi minyak dan gas di kapal FPSO.

1.6 Ruang Lingkup dan Keterbatasan Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah penilaian risiko dengan menggunakan metode *Hazard & Operability study* yang mencakup :

1. Sistem pipanisasi termasuk pipanisasi manifold

2. Peralatan statis, termasuk bejana, *drum*, pengganti panas, tangki penyimpanan.
3. Sistem pengamanan kebakaran
4. Sistem peralatan berputar termasuk Pompa dan Kompresor
5. Sistem kontrol dan instrumentasi (termasuk peralatan keselamatan)

Item yang tidak termasuk dalam lingkup studi, namun tetap dilakukan pembahasan, terutama berkaitan dengan “*safeguard*”:

- *Start-up, shutdown, emergency*, operasional dan prosedur pemeliharaan
- Utilitas dan peralatan tambahan lainnya



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengantar

Industri pelayaran merupakan industri yang mempunyai kegiatan dengan tingkat risiko terhadap aspek kesehatan, keselamatan kerja dan lingkungan yang tinggi. Keselamatan merupakan masalah penting bagi perusahaan dalam domain angkutan laut. Satu perusahaan mungkin berpendapat bahwa desain kapal modern maju mencapai tingkat keselamatan yang tinggi. Hal ini tidak selalu jelas bahwa tujuan dan prioritas untuk sebuah perusahaan yang diberikan konsisten dengan standar keselamatan yang tinggi setiap saat. Dalam pandangan ini sangat penting, bahwa pemilik kapal harus mendefinisikan dengan jelas kebijakan yang menunjang keselamatan.

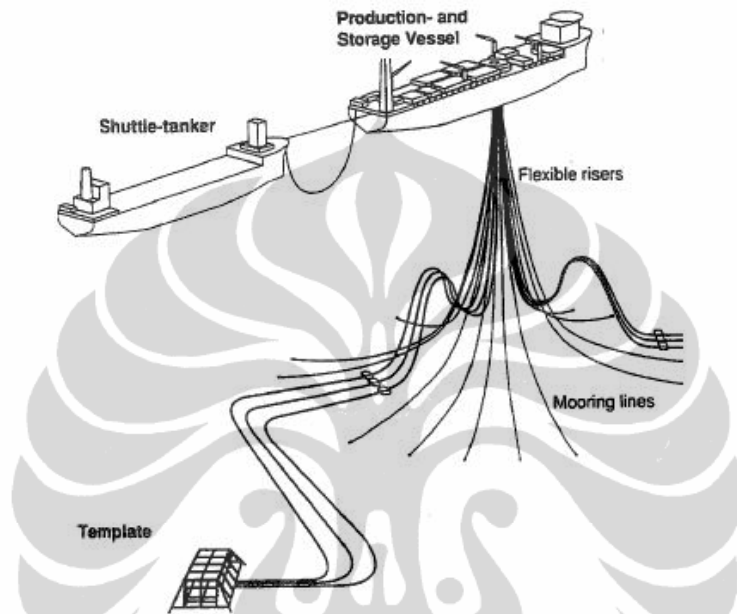
Terlepas dari kenyataan bahwa keselamatan merupakan agenda puncak dalam bisnis perkapalan itu sendiri dan oleh pembuat peraturan, tetapi langkah perbaikan keselamatan dalam perkapalan masih rendah.

Dalam industri minyak dan gas lepas pantai, Rencana Keselamatan (*safety plans*) dibuat dalam rangka menunjukkan kepada pihak yang berwenang bahwa semua bahaya telah diidentifikasi dan risiko yang terkait secara tepat dinilai dan dikurangi pada tingkat yang memadai. Salah satu persyaratan dari Rencana Keselamatan adalah bahwa Perhitungan Penilaian Risiko (*Quantified Risk Assessment/QRA*) dilakukan pada instalasi dan perlengkapannya. QRA adalah cara untuk mengidentifikasi potensi bahaya ke instalasi, lingkungan, proses, personil dan lingkungan, dan menilai kemungkinan terjadinya dan konsekuensi berikutnya.

2.2 Kapal *Floating Production Storage and Offloading* (FPSO)

Kapal *Floating, Production, Storage, and Offloading* (FPSO) adalah suatu unit kapal berupa kapal tujuan-dibangun (*purpose-built ship*) atau semi kapal

selam (*semi submersible*), atau tanker konversi, yang menerima minyak dan gas dari sumur bawah laut melalui *flowlines* yang dikenal dengan *riser* atau platform terdekat, serta berfungsi sebagai unit produksi, penyimpanan, dan pembongkaran yang mengapung di lautan (Moan, Amdahl, Xiaozhi, & Spencer, 2002).



Gambar 2.1 FPSO Unit

FPSO biasanya adalah kapal tanker yang dikonversi. Bagaimanapun FPSO adalah lebih dari sekedar kapal tanker dengan fasilitas produksi diatas deknya; kapal harus mempunyai 5 fungsi, yaitu :

- a. Proses produksi minyak dan gas melalui fasilitas proses produksi.
- b. Menerima minyak dan gas melalui sistem *riser*.
- c. Menyalurkan minyak, gas, dan air melalui *riser* dan/atau sistem *offloading* (pembongkaran).
- d. Menyimpan minyak di kapal, menggunakan tangki-tangki kargo, pipa, sistem gas inert.
- e. Tetap pada posisi dengan menggunakan sistem tambat atau sistem *station-keeping* (tetap di lingkungan).

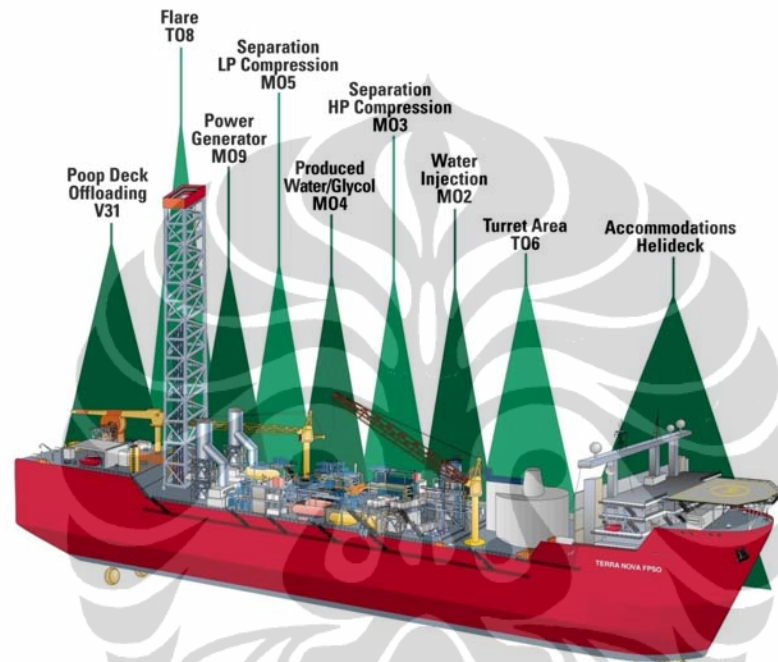


Gambar 2.2 Kapal Tanker Konversi Menjadi FPSO

Susunan struktur dari suatu kapal FPSO terdapat beberapa bagian, antara lain :

- a. Ruang an akomodasi merupakan tempat dimana awak atau pekerja beristirahat dan memonitor sistem pada ruangan kontrol.
- b. Dek helikopter merupakan tempat/landasan dimana helikopter mendarat.
- c. Daerah *turret* merupakan tempat dihubungkannya antara FPSO dengan sistem *subsea* (bawah laut)
- d. *Water injection* (Injeksi Air) merupakan tempat dimana dilakukan penyuntikkan air laut ke reservoir.
- e. *Separation-high pressure compression* (Perpisahan kompresi bertekanan tinggi) merupakan tahap awal untuk memisahkan air dengan minyak.
- f. *Produced water/glycol mixture* merupakan tempat penyimpanan untuk glycol yang mengandung air.
- g. *Separation-low pressure compression* (Perpisahan kompresi bertekanan rendah) merupakan tahap kedua untuk memisahkan air dengan minyak.
- h. *Power Generation* merupakan tempat berada turbin gas untuk menghasilkan listrik.

- i. *Flare* merupakan tempat membakar gas buang.
- j. *Poopdeck-offloading* merupakan tempat memuat/menyalurkan untuk melayani permintaan kapal.



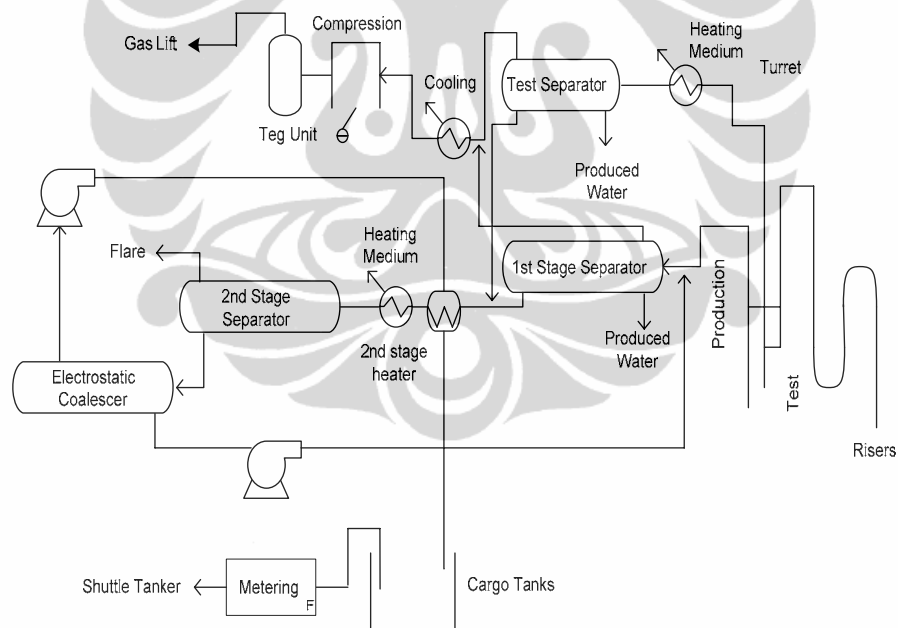
Gambar 2.3 Bagian-bagian dari Kapal FPSO

2.3 Proses Produksi pada Kapal FPSO

Area pengolahan biasanya ditempatkan pada struktur tulang yang dibangun dengan tinggi kira-kira 3,5 meter di atas dek utama. Modul-modul peralatan yang sangat sensitive terhadap gerakan kemungkinan ditempatkan terhadap pertengahan kapal (*midship*). Modul-modul ini dibangun sedemikian rupa untuk dapat memudahkan implementasi dan juga memenuhi persyaratan lapangan (Alford, 1997).

Faktor utama yang mempengaruhi tipe dan fungsi dari pabrik pengolahan pada fasilitas produksi terapung, yaitu:

- Peralatan pengolahan yang dapat beroperasi secara efisien pada saat kapal bergerak.
- Peningkatan teknologi pada sistem tambat dan *riser* memperkenankan operasional proses pada kondisi yang lebih ekstrim.
- Pembaharuan terhadap produksi gas cair dan methanol yang diperlukan pabrik pengolahan lebih kompleks.
- Perhatian terhadap penggunaan peralatan konvensional yang disediakan.



Gambar 2.4 Proses Produksi pada FPSO

Penjelasan dari gambar proses produksi diatas adalah sebagai berikut :

1. Pengetesan produksi Minyak dan Gas

Minyak dari sumur produksi dialirkan melalui *flow line* (pipa sebelum separator) menuju Separator Test (3 fasa) untuk dipisahkan antara air terproduksi, gas dan minyak. Air terproduksi akan terpisah secara gravitasi dan menuju *drain separator*. Gas akan terpisah di separator menuju ke kompresor untuk dilakukan kompresi dan digunakan sebagai *lifting*. Sedangkan minyak yang dihasilkan akan dihitung dalam tangki muatan untuk melihat kapasitas produksi dari sumur yang di test tersebut.

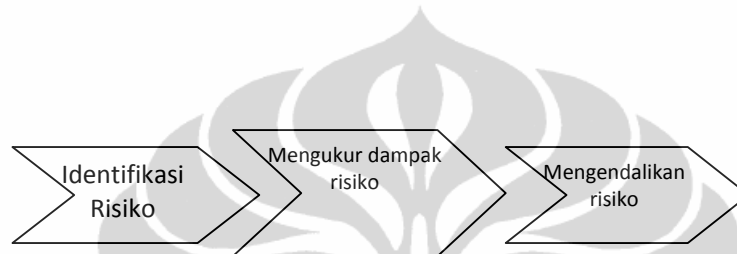
2. Produksi Minyak

Minyak dari sumur produksi dialirkan melalui *flow line* (pipa sebelum separator) menuju *Separator* tahap 1 (3 fasa) untuk dipisahkan antara air terproduksi, gas dan minyak. Air terproduksi akan terpisah secara gravitasi dan menuju *drain separator*. Gas akan terpisah di *separator* menuju ke kompresor untuk dilakukan kompresi. Sedangkan minyak akan dipanaskan di *heater* untuk meningkatkan viskositas fluida minyak. Setelah fluida dipanaskan kemudian dialirkan ke separator tahap 2. *Separator* tahap 2 ini berfungsi untuk memisahkan sebagian kecil gas dan air yang masih terdapat dalam *crude oil*, diharapkan di separator tahap 2 ini minyak akan terpisah sempurna dari gas dan air. Gas tekanan rendah yang dihasilkan dari separator akan dibakar di *flare*. Sedangkan sebagian kecil air terproduksi akan masuk *oil catcher*. Minyak yang sudah terpisah dari gas dan air akan ditampung dalam tangki kargo dan siap dialirkan ke Kapal Tanker.

2.4 Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah proses mengidentifikasi spektrum risiko yang dihadapi pada kegiatan, pengukuran dampak yang bervariasi, dan membangun strategi untuk menghindari atau mengatur risiko, yang merupakan indikator yang dapat dinilai secara kualitatif dan kuantitatif (Blyth, 2008).

Elemen – elemen dari manajemen risiko pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.5 Elemen – elemen Manajemen Risiko

Secara kualitatif, risiko dianggap sebanding dengan kerugian yang diharapkan, dapat disebabkan oleh suatu peristiwa dan kemungkinan peristiwa tersebut. Kerugian yang besar dan semakin besar kemungkinan peristiwa tersebut, semakin besar risiko secara keseluruhan. Pengukuran risiko sangat sulit; kemungkinan dinilai dari frekuensi dari peristiwa masa lalu atau sejenisnya, tetapi risiko tersebut dapat terjadi di masa depan berdasarkan pada prediksi atau penilaian sehingga lebih sulit untuk mengestimasi.

Secara kuantitatif, dampak risiko mungkin sulit untuk dinilai. Bagian atau perlengkapan atau hilangnya kapasitas produksi dapat diukur dalam hal fiskal, namun hilangnya nyawa manusia biasanya dianggap melampaui estimasi. Manajemen risiko dapat dipertimbangkan dalam persamaan sebagai berikut (Blyth, 2008) :

Risiko = (kemungkinan dari suatu peristiwa) x (dampak kehilangan per peristiwa)

2.5 Penilaian Risiko

Penilaian risiko merupakan proses dengan menggunakan hasil yang diperoleh dari analisis risiko untuk meningkatkan keselamatan suatu sistem dengan cara mengurangi risiko tersebut (Kristiansen, 2005).

Langkah awal dalam melakukan penilaian risiko dengan membuat definisi masalah dan gambaran sistem, sebagai contoh untuk menentukan kapal dan/atau kegiatan yang risikonya dapat dipelajari. Langkah kedua dari proses penilaian risiko adalah untuk melakukan identifikasi bahaya yang dimana kemungkinan dapat terjadi dan kondisi yang dapat menghasilkan tingkat keparahan yang dapat diidentifikasi. Setelah bahaya telah teridentifikasi, kemudian dilakukanlah penilaian risiko, yang proses perkiraan risikonya, baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

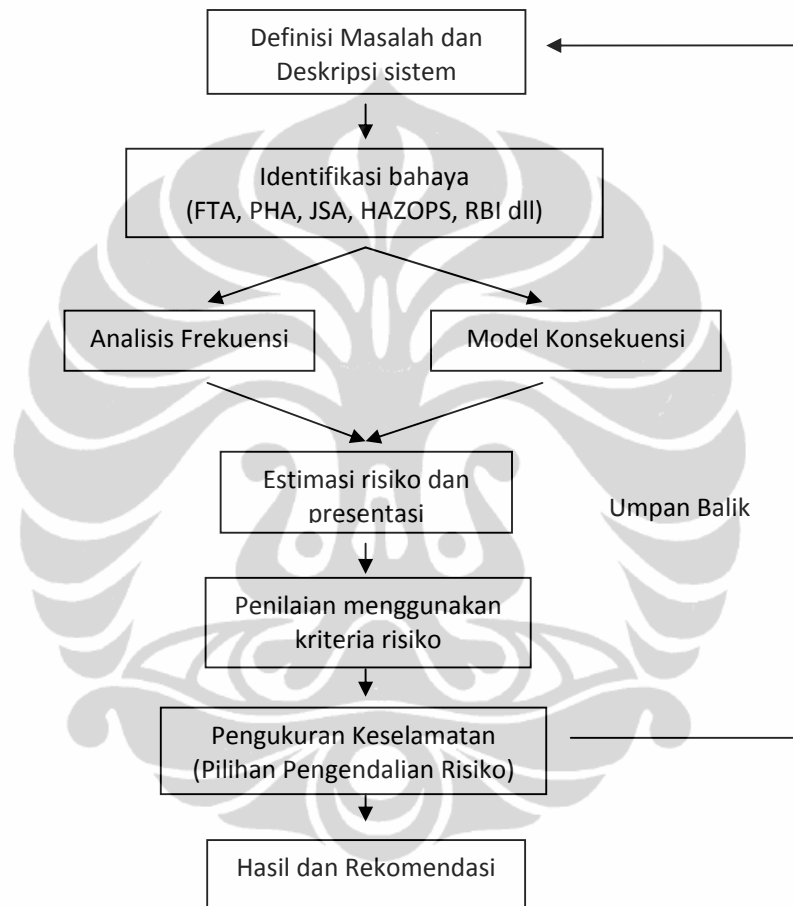
Pertama digunakan analisis frekuensi untuk mengestimasi berapa besar kemungkinan kecelakaan yang berbeda atau bahaya akan terjadi (yaitu kemungkinan terjadinya). Dalam hubungan paralel dengan analisis frekuensi, pemodelan konsekuensi mengevaluasi konsekuensi atau dampak yang dihasilkan jika bahaya benar-benar terjadi. Pada perihal maritim, kecelakaan dapat berpengaruh terhadap kapal, penumpang dan awak kapal, muatan, dan/atau lingkungan. Ketika frekuensi dan konsekuensi dari setiap bahaya telah dapat diestimasi, keduanya digabungkan untuk membentuk suatu ukuran risiko secara keseluruhan. Risiko dapat disajikan dalam bentuk yang berbeda dan saling melengkapi.

Penilaian risiko meliputi langkah-langkah sebagai berikut :

1. Pemahaman obyek system yang akan dinilai
2. Mengidentifikasi sumber bahaya dan cara terjadinya
3. Memperkirakan secara kualitatif dan atau kuantitatif kemungkinan bahaya
4. Memperkirakan keparahan atau dampak jika terjadi insiden baik terhadap manusia, peralatan, lingkungan dan *image* perusahaan
5. Menghitung tingkat risiko yang merupakan kombinasi antara kemungkinan dan dampak

6. Menentukan tingkat risiko yang dapat diterima berdasarkan kriteria penerimaan risiko tertentu
7. Mengambil keputusan tentang cara pengendalian risiko jika melebihi ketentuan.

Penilaian risiko ini secara sistematis dapat dilihat gambar 6. (Kristiansen, 2005)



Gambar 2.6 Tahapan Risk Assesment

Penilaian risiko adalah suatu alat yang ampuh dalam memperoleh informasi dan peningkatan pemahaman sistem, bahaya, dan mekanisme kecelakaan. Informasi dan pemahaman ini yang membuat kita mampu melaksanakan opsi pengendalian risiko dan dengan demikian dapat meningkatkan sistem keselamatan. Namun kita harus menyadari keterbatasan dari analisis tersebut,

terutama yang kaitannya dengan analisis kuantitatif. Kurangnya data statistik yang baik dikarenakan akan pengalaman yang terbatas adalah kemungkinan keterbatasan yang signifikan dan umum yang terjadi. Hal ini sangat jelas perihal maritim dimana jumlah kecelakaan berskala besar cukup rendah. Kurangnya hasil data statistik menghasilkan besarnya ketidakpastian dari analisis, dan oleh karena itu harus selalu mengevaluasi ketidakpastian dan termasuk mengevaluasi ini dalam proses keputusan dan rekomendasi.

2.6 Identifikasi Bahaya

2.6.1 Pentingnya Identifikasi Bahaya

Identifikasi bahaya merupakan langkah penting dalam proses pengendalian risiko karena hanya setelah bahaya diketahui maka dapat dirumuskan cara mengatasinya. Identifikasi bahaya harus dimulai sejak suatu proyek dimulai yaitu pada tahap desain atau konsep dan dilanjutkan dalam bentuk yang berbeda sepanjang siklus kegiatan. Khusus untuk industri proses, identifikasi bahaya yang diterapkan terhadap suatu rancangan operasi adalah sangat penting karena :

- Merupakan alat pemeriksa bahwa pengetahuan bidang pengendalian bahaya/risiko telah diterapkan dengan baik.
- Laporan hasilnya akan memberikan landasan dalam pengembangan prosedur operasi yang akan dipergunakan dalam kegiatan sehari-hari.

2.6.2 Prinsip Identifikasi Bahaya

a. Komponen Prosedur Identifikasi Bahaya

Keberhasilan usaha identifikasi bahaya tergantung pada 2 (dua) faktor, yaitu tersedianya data dan cara pengorganisasian. Tersedianya data tersebut perlu diperiksa pada tahap awal sebelum ditentukan diagram akhir.

Data-data yang diperlukan dalam setiap studi adalah :

- Gambar-gambar desain (PFD, P&ID, *as built drawing*)
- Sifat fisik dan kimia dalam proses

- Parameter reaksi kimia atau fisik
- *Standard Operating Procedure* yang berlaku
- Penjelasan lengkap tentang sistem operasi
- Data Fasilitas dan Peralatan termasuk perawatannya
- Data Pekerja dan kontraktor
- Organisasi
- Kondisi lingkungan sekitar kegiatan

b. Sumber Pengetahuan dan Pengalaman

Pengetahuan tentang bahaya dapat diperoleh dengan cara antara lain :

- Pengalaman pribadi
- Tahu dari orang lain yang pernah mengalami bahaya
- Menyadari bahwa situasi tertentu adalah sama dengan situasi bahaya yang pernah dipelajari
- Penyelidikan ilmiah tentang suatu bahaya
- Berdasarkan standard atau praktek rekayasa tertentu

c. Metode Identifikasi Bahaya

Identifikasi bahaya telah lama dipadukan dalam praktek dan operasi tetapi sering bersifat informal dan tidak didasarkan atas suatu prosedur yang baku. Secara umum metode identifikasi bahaya dapat dikelompokkan menjadi yaitu :

- Metode Perbandingan

Metode ini membandingkan rancangan terhadap suatu standard atau desain, seperti daftar periksa (*checklist*). Daftar periksa menyediakan acuan untuk menentukan potensi bahaya dalam suatu sistem. Daftar ini dikembangkan dari pengalaman atau standard atau hasil analisis tertentu. Cara pemeriksaan mencakup pula Audit K3 (*Safety Audit*). Daftar periksa mengumpulkan pengalaman masa lalu dalam suatu daftar tentang apa yang boleh dan apa yang tidak. Daftar periksa berguna saat proses perancangan untuk membantu ingatan dalam mengungkapkan bahaya yang terlupakan.

- **Metode Fundamental**

Merupakan cara yang tersusun untuk memotivasi orang yang menerapkan pengetahuan dan pengalaman mereka dengan tujuan mengidentifikasi bahaya. Yang termasuk dalam kelompok ini adalah :

1. **Preliminary Hazard Analysis (PHA) atau Analisis Bahaya Awal**, adalah suatu sistem atau metode yang biasanya digunakan untuk menjelaskan dengan teknik kualitatif dalam untuk identifikasi bahaya pada tahap awal dalam proses desain (Mannan, 2005).

PHA ditujukan untuk penggunaan hanya pada tahap awal pengembangan pabrik/industri, apabila mempunyai pengalaman masa lalu adanya kemungkinan kecil potensi bahaya terjadi, bersama dengan proses baru. Informasi yang dibutuhkan untuk dilakukan penelitian adalah kriteria desain, spesifikasi bahan dan peralatan, dll.

Prinsip dari PHA adalah untuk mengidentifikasi bahaya yang mungkin akan berkembang menjadi kecelakaan. Ini dilakukan dengan menimbulkan situasi atau proses yang tidak direncanakan atau dimaksud terjadi. Ini penting untuk melakukan identifikasi bahaya dari awal pada proses desain bertujuan untuk mengimplementasikan *corrective measure* pada desain, yang dikenal dengan manajemen resiko atau reduksi pro aktif.

Tujuan untuk menimbulkan situasi atau proses berbahaya, deviasi dari operasi normal harus ditinjau. Ini mungkin sulit untuk memulai dengan penelitian ini. Beberapa deviasi dapat, bagaimanapun, ditentukan oleh penggunaan isyarat dibawah ini, yaitu:

- *More of.....*
- *Less of.....*
- *Nothing of.....*
- *Part of.....*
- *Both.....and.....*
- *Another than.....*
- *Opposite direction...*
- *Later than.....*

Pendekatan lain adalah melakukan identifikasi parameter yang berhubungan dengan kemungkinan perpindahan energi.

2. **Hazard Operability Study (HAZOPS)**, adalah Metode yang banyak digunakan oleh industri proses untuk mengidentifikasi bahaya pada atau dekat, tahap diagram garis rekayasa (Mannan, 2005). Hazop merupakan metode analisis yang paling sistematis, teliti dan lengkap.

Tujuannya untuk menganalisis sistem setiap bagiannya dan menjelaskan maksud kepada tiap bagian. Maksud adalah suatu cara sistem diharapkan bekerja. Ketika maksud dijelaskan, deviasi yang mungkin dari maksud sistem akan memandu situasi berbahaya dapat diidentifikasi.

Tugas awal adalah untuk mendapatkan tinjauan dari sistem menggunakan gambaran dari sistem tersebut. Sistem harus dibagi menjadi bagian dengan maksud independen, dan maksud dari tiap bagian harus benar-benar secara teliti dijelaskan. Pada sistem yang nyata, semua bagian atau subsistem adalah dependen satu sama lain kepada tingkat yang lebih besar atau lebih kecil, dan ketergantungan ini harus diidentifikasi. Ketika maksud pada tiap bagian dari sistem dijelaskan, gambaran sistem selesai. Kemudian melakukan identifikasi deviasi untuk tiap bagian dari sistem. *Guideword* akan membantu kreatifitas peneliti dalam menetapkan berapa banyak deviasi yang timbul, dan *guideword* diaplikasikan pada satu waktu. Ketika deviasi diidentifikasi penyebab dapat diidentifikasi. Identifikasi penyebab menghasilkan pemahaman masalah lebih banyak atau bertambah dan berdasarkan pengukuran keselamatan dapat ditentukan. Pengukuran keselamatan ini dapat dihubungkan dengan perubahan dalam proses, parameter proses, desain, kegiatan, dll.

3. **Risk Based Inspection (RBI)** adalah penilaian risiko dan manajemen proses yang terfokus pada kegagalan peralatan karena kerusakan material. Jadi dengan RBI bisa dibuat program inspeksi berdasarkan risiko yang terjadi.

Fokus RBI adalah penilaian resiko yang berkaitan dengan pengoperasian peralatan. RBI dapat memberikan masukan kepada manajemen untuk merencanakan jadwal inspeksi dan pemeliharaan pada peralatan termasuk penganggaran biayanya.

Pendekatan RBI secara kualitatif menyediakan dasar analisis untuk memprioritaskan program inspeksi berdasarkan risiko (API RP 581, 2000)

Analisis kualitatif dapat diterapkan pada berbagai level sebagai berikut:

- a. Unit operasi, sebagai contoh unit proses minyak mentah yang lengkap.
- b. Daerah utama atau bagian fungsional pada bagian vakum unit operasi minyak mentah
- c. Sistem (peralatan utama dan peralatan bantu), contoh pemanas atmosferik termasuk *feed preheat exchanger* dan *charge pump*.

Selanjutnya istilah *unit* digunakan pada referensi semua level analisis ini. Pendekatan kualitatif sangat dipengaruhi oleh jumlah item peralatan pada unit yang sedang dipelajari. Perbandingan studi seharusnya berdasarkan perhitungan peralatan yang sama.

Prosedur RBI secara kualitatif mempunyai tiga fungsi (API RP 581, 2000) :

- a. Menyaring unit dalam tempat untuk memilih level analisis yang dibutuhkan dan untuk memastikan keuntungan analisis yang lebih lanjut (Analisis RBI secara kuantitatif atau beberapa teknik yang lain).
 - b. Menilai tingkat risiko dalam unit dan menentukannya ke posisi matriks risiko.
 - c. Mengidentifikasi daerah perhatian potensial pada suatu plant yang kemungkinan berguna untuk meningkatkan program inspeksi.
4. **What-If** merupakan metode identifikasi bahaya awal untuk meninjau desain dengan menanyakan serangkaian pertanyaan awal yaitu Bagaimana-Jika (*What-If*). Metode ini merupakan latihan untuk tim dan biasanya memanfaatkan pertanyaan yang telah ditentukan sebelumnya, tetapi sebaliknya cenderung untuk tidak sangat terstruktur (Mannan, 2005).

Metode *what-if* merupakan metode yang menanyakan serangkaian pertanyaan yang dimulai dengan frase *what-if* yang merupakan cara untuk melakukan identifikasi bahaya. Bagian dari *checklist*, analisis *what-if* kemungkinan merupakan metode identifikasi bahaya tertua. Metode yang digunakan untuk mengajukan pertanyaan seperti,

Bagaimana jika pompa ini berhenti?

Bagaimana jika sensor temperatur ini gagal?

Pertanyaan-pertanyaan yang diajukan tidak harus dimulai dengan frase bagaimana-jika?; frase-frase lain dapat digunakan. Metode ini melibatkan tinjauan seluruh desain menggunakan pertanyaan macam ini, seringkali menggunakan daftar pertanyaan yang telah ditetapkan.

5. ***Failure Modes dan Effect Analysis (FMEA) atau Analisis Pola Kegagalan dan Akibat.***

FMEA merupakan metode untuk mengidentifikasi bahaya yang melibatkan analisis modus kegagalan dari suatu entitas, penyebabnya, dampaknya, dan hubungan kritikalitas dari kegagalan (Mannan, 2005).

Tujuan dari FMEA adalah untuk mengidentifikasi kegagalan yang mempunyai dampak yang tidak diinginkan pada sistem operasi. Tujuannya antara lain :

- a. Identifikasi setiap bentuk kegagalan, dari urutan peristiwa yang berhubungan dengannya, penyebabnya, dan dampaknya.
- b. Klasifikasi dari setiap bentuk kegagalan berhubungan dengan karakteristik, termasuk pendeteksian, diagnosa, pengujian, pergantian barang, kompensasi dan ketentuan operasional.

Standarisasi mencatat informasi yang diperlukan untuk melakukan FMEA, yaitu :

- Struktur sistem
- Inisiasi, operasional, pengendalian, dan pemeliharaan sistem
- Lingkungan sistem
- Pemodelan sistem
- Perangkat lunak sistem
- Batas sistem
- Struktur fungsional sistem
- Perwakilan struktur fungsional sistem
- Diagram balok
- Arti kegagalan dan ketentuan kompensasi

Informasi utama pada *item* yang akan diteliti adalah nama, fungsi, identifikasi, bentuk kegagalan, penyebab kegagalan, dampak kegagalan pada sistem, metode deteksi kegagalan, ketentuan kompensasi, dampak dari keparahan, dan komentar.

Dokumentasi utama yang digunakan dalam suatu FMEA adalah diagram fungsional. Penggunaan juga dapat dibuat dari diagram blok reliabilitas.

6. ***Fault Tree Analysis (FTA) dan Event Tree Analysis (ETA)***. Diagram logika yang digunakan untuk mewakili masing-masing dampak dari suatu peristiwa dan kontirusi yang menyebabkan suatu peristiwa (Mannan, 2005). Diagram ini juga menyatakan ilustrasi bebas dari rangkaian potensi kegagalan peralatan atau kesalahan manusia yang dapat menimbulkan kerugian. Bentuk diagram logika kegagalan ini ada yang dari “atas ke bawah” (FTA) dan dari “bawah ke atas” (ETA) atau *Initiating Event*. FTA bersifat deduktif yang dari akibat untuk mencari sebab, sedangkan ETA bersifat induktif yang dimulai sebab (kejadian awal) untuk mencari akibat (kejadian akhir).

Event tree melibatkan perkembangan konsekuensi (hasil) dari suatu peristiwa. Pendekatan secara keseluruhan serupa dengan yang diambil dari FMEA.

Fault tree melibatkan perkembangan perkembangan penyebab kontribusi dari terjadinya peristiwa yang tidak diinginkan, sering kali berkaitan dengan bahaya. Kemungkinan dari peristiwa ini harus diramalkan sebelum *fault tree* dikonsep. Apa *fault tree* yang membantu dalam mengungkapkan penyebab terjadinya bahaya, beberapa yang mungkin tidak dapat diramalkan.

Fault tree digunakan secara ekstensif dalam penilaian bahaya. Banyak kasus, ini sudah cukup untuk dapat melakukan identifikasi *fault paths* dan *base events*, yang dapat menjadi *top event*, itu tidak perlu mengukur frekuensi terjadinya peristiwa tersebut.

7. ***Qualitatif Risk Assesment***, merupakan pendekatan penilaian risiko terhadap suatu sistem dengan pemberian score secara kualitatif (kualitas iya/tidak; baik/buruk; tinggi/rendah) terhadap faktor kemungkinan dan akibat kegagalan dari suatu kejadian.
8. ***Semi-quantitatif Risk Assesment***, merupakan pengembangan penilaian risiko dengan menggunakan suatu modelling untuk kejadian tertentu untuk mendapatkan rate event. Modelling tersebut bertujuan untuk mendapatkan akurasi data berdasarkan informasi awal yang diolah dengan mempertimbangkan parameter-parameter yang ada.

9. **Quantitatif Risk Assessment**, merupakan penilaian penuh dengan melakukan modelling semua event sehingga kemungkinan dan akibat dari suatu kegagalan dapat diketahui secara numeric sehingga mendapatkan tingkat risiko yang cukup akurat.

Untuk melakukan *Semi-quantitatif Assesment* dan *Quantitatif Assesment* diperlukan data yang relatif banyak untuk perhitungan modellingnya.

Pelaksanaan analisis biasanya terdiri dari beberapa orang yang mewakili bagian seperti *Process Engineer*, *Safety Engineer*, *Project Engineer*, *Mechanical Engineer*, *Instrument Engineer*, dan lain-lain.

Metode identifikasi ini dapat diterapkan pada tahap perancangan, operasi maupun modifikasi sarana operasi. Penerapan yang paling efektif yaitu pada saat rancang bangun atau modifikasi karena kesempatan perbaikan yang dapat dilakukan menjadi lebih besar dan ekonomis.

2.6.3 Justifikasi Pemilihan Metode

Kelemahan dari metode analisis FMEA dan ETA adalah tidak dapat mendeteksi insiden yang timbul ketika fungsi peralatan dipenuhi tetapi persyaratan (spesifikasi) dari peralatan tersebut tidak benar.

Sedangkan metode *what if* adalah metode ringkas dari FMEA. Metode *fault tree* sering digunakan sebagai metode mengestimasi kemungkinan dari kejadian, terkadang direkomendasikan untuk mengidentifikasi bahaya. Metode *fault tree* merupakan metode yang mengacu kepada FMEA.

RBI merupakan metode penilaian risiko dengan cara melakukan inspeksi terhadap peralatan yang sudah ada dan akan dioperasikan.

Metode-metode identifikasi bahaya tersebut diatas mempunyai kelemahan-kelemahan dan tidak cocok digunakan dalam industri proses, maka metode identifikasi bahaya yang cocok digunakan dalam penelitian ini adalah metode HAZOPS dikarenakan metode tersebut banyak digunakan dalam industri proses yang kompleks seperti halnya proses produksi yang terdapat pada FPSO. Selain itu juga HAZOPS merupakan metode yang sangat sistematis, teliti, dan lengkap serta dapat digunakan dalam tahap desain gambar suatu proses produksi.

2.7 Hazard and Operability Study (HAZOPS)

2.7.1 Latar Belakang Hazops

Asal-usul studi HAZOPS berada di ICI pada tahun 1960-an. Dengan menggunakan beberapa metode, ada lebih dari satu sumber yang dapat mengklaim yang mempunyai pengaruh dalam perkembangan HAZOPS. Perkembangan dari HAZOPS telah diberikan oleh Kletz (1986d) dan pada *Chemetics Manual* (Knowlton, 1992). Metode yang akhirnya berkembang menjadi HAZOPS, dikembangkan pada saat aplikasi metode penelitian, termasuk pemeriksaan kritis, sedang melakukan eksplorasi. Ruang lingkup kerja di Divisi Kimia Organik Berat dari ICI (Binsted, 1960) dan di Divisi *Mond* (Elliott dan Owen, 1968) menggambarkan perkembangan HAZOPS dalam hal pemeriksaan kritis.

Di Amerika Serikat, teknik HAZOPS sudah merupakan standard untuk menganalisis bahaya yaitu dalam American Petroleum Institute (API) Recommended Practice (RP) 750.

2.7.2 Pengertian Hazops

HAZOPS singkatan dari Hazard and Operability Study, yang merupakan metode yang direkomendasikan untuk mengidentifikasi bahaya dan masalah yang dapat mencegah operasional menjadi efisien (Kletz, 2001).

HAZOPS merupakan usaha untuk mengidentifikasi bagaimana sebab dan akibat dari suatu unit proses bila menyimpang dari rancang bangun/desain. Dengan kata lain salah satu bahaya akan terjadi bila proses menyimpang dari desain, Jika proses terkontrol sesuai dengan batasan desain, maka bahayanya dapat dikurangi.

Konsep dasar dari studi HAZOPS adalah untuk mengambil semua gambaran/deskripsi proses dan untuk memberikan pertanyaan kepada setiap bagian dari proses untuk menemukan penyimpangan apa yang dapat terjadi dari tujuan desain, dan apa penyebab dan konsekuensi yang mungkin terjadi dari deviasi tersebut. Ini dilakukan secara sistematis dengan menerapkan *guidewords* yang cocok. Jadi fitur terpenting dari penelitian ini adalah:

- Maksud dan tujuan desain
- Penyimpangan yang terjadi dari tujuan

- Penyebab terjadinya penyimpangan
- Konsekuensi
- Bahaya
- Kesulitan operasional

Teknik HAZOPS menggunakan pendekatan dengan kata penunjuk (*guide word*) dan dapat juga menggunakan gabungan *guide word* dengan parameter. Keistimewaan yang penting dari HAZOPS yaitu digunakannya team dan narasumber. Team adalah gabungan dari beberapa personil dengan pengalaman dan pengetahuan yang cukup. Kegiatan HAZOPS tidak sama dengan penelaahan P&ID (P&ID Review). P&ID Review adalah menekankan bahwa desain telah sesuai dengan instrumentasi, perpipaan, material dan lain-lain sebagaimana diperlukan untuk mengoperasikan unit proses tanpa meninjau bagaimana system itu bekerja. Team HAZOPS mengoreksi sistem, yang dioperasikan sesuai dengan desain pada operasi normal dan juga meninjau bentuk penyimpangan yang dapat terjadi. Jadi HAZOPS mencakup dua aspek yaitu keselamatan dan operasi.

2.7.3 Keutamaan HAZOPS

Ada beberapa keutamaan atau keuntungan dari teknik HAZOPS yaitu :

- Relatif sangat mudah dipelajari
- Memacu kreatifitas dan mengembangkan ide-ide penilai
- Sangat sistematis, teliti dan lengkap
- Cocok untuk mengidentifikasi bahaya pada proses yang sangat kompleks
- Telah diterima secara luas sebagai salah satu metode identifikasi bahaya

2.7.4 Keterbatasan Teknik HAZOPS

Keterbatasan teknik HAZOPS antara lain :

- Sangat tergantung pada akurasi gambar PFD dan P&ID dan data
- Tergantung pada kemampuan teknis anggota penilai atau narasumber
- Perlu waktu yang relatif panjang

2.7.5 Metodologi HAZOPS

Dasar dalam teknik studi hazop adalah untuk mengidentifikasi bagaimana suatu proses dapat menyimpang dari yang dimaksudkan (*design intent*). Suatu bahaya diasumsikan akan terjadi, hanya apabila terjadi penyimpangan proses dari desain. Apabila proses dapat dikendalikan dalam limit desainnya, tidak akan terjadi bahaya. Penekanan dalam studi Hazop adalah mengidentifikasi bahaya yang berpotensi (*potential hazard*), dan bukan mencari solusi untuk mengurangnya. Teknik ini merupakan pendekatan yang mengarah kepada kecukupan dari suatu desain dan bukan untuk mencari desain alternatifnya. Dalam melaksanakan studi “HAZOP” perlu selalu dilakukan penekanan, bahwa yang sedang dilakukan adalah identifikasi bahaya dan bukan *Problem Solving*.

Metodologi Studi Hazop adalah sebagai berikut :

a. Pembentukan dan Penunjukan Team Studi

Dalam melaksanakan studi harus dibentuk suatu Team. Penanggung jawab dari studi adalah *Project Engineer, Commissioning Manager, Divisi Operasi, HSE Representative, Control System Design Engineer, Team Leader*, dan sekretaris yang ditunjuk secara resmi oleh Manajemen Puncak dan diberikan tugas dan wewenang yang cukup untuk melaksanakan kajian sesuai lingkup proyek.

b. Pelaksanaan Studi & Diskusi

Penilaian dilakukan dengan cara mendiskusikan secara sistematis mulai dari memilih dan menetapkan setiap *Study NODE* dan dilanjutkan dengan mengaplikasikan *Guide Words* dan Parameter proses pada setiap *NODE* untuk mencari deviasi dari *design intent* atau kondisi proses yang normal. Selanjutnya dinilai dan dievaluasi penyebab deviasi/*cause* dan diikuti dengan mengevaluasi dampak/*Consequences* serta apakah tersedia pengaman/*Safeguard*. Dari hasil evaluasi ini ditetapkan kategori *Hazard* atau *Operability*-nya, kemudian ditentukan cara-cara yang dapat dipilih untuk mengendalikan, mengeliminasi atau mengurangi, berupa *Recommendation* dan Department/Fungsi mana dalam Organisasi yang harus melaksanakan rekomendasi tersebut untuk dicatat pada kolom *Action by*.

c. Pemilihan Study NODES

NODE digunakan untuk mengorganisasikan studi Hazop untuk memfokuskan studi pada suatu bagian dari proses. Tergantung dari kompleksitas proses *NODE* dapat berupa satu sistem atau bagian dari sistem.

Dalam studi HAZOPS satu P&ID dapat terdiri dari satu atau lebih *NODES*.

d. Penggunaan (aplikasi) GUIDE WORDS

Guide Word digunakan secara runtut yang digabungkan dengan parameter proses yang sesuai untuk *NODE* yang dinilai, dengan urutan *GUIDE WORD* dan Parameter Proses sebagai berikut:

Tabel 2.1 Guide Word dan Parameter Proses

GUIDE WORD	PROCESS PARAMETER
No	FLOW
Less	LEVEL
More	PRESSURE
Reverse	TEMPERATURE
Part Of	Other parameter as needed
As Well As	
Other Than	

Sumber : API RP 750

e. Deviasi (*Deviation*)

Deviasi adalah kombinasi antara *Guide Word* yang digunakan dengan Parameter Proses yang relevant terhadap Study Node yang dinilai, seperti:

- * *No Flow*
- * *Low Level*
- * *High Pressure*
- * *Reverse Flow*

f. Penilaian/evaluasi penyebab (*causes*) Deviasi

Karena deviasi yang diperkirakan bisa banyak sekali, dalam assessment hanya dipertimbangkan yang *meaningfull* saja. *Meaningfull Deviation* adalah deviasi yang penyebabnya realistis, yang dapat menimbulkan konsekuensi yang berarti.

g. Evaluasi dampak & *safeguard*

Setiap deviasi yang memiliki penyebab realistis, semua dampak yang mungkin dapat diakibatkannya harus dinilai. Pada langkah ini interaksi antar anggota team menjadi sangat esensial. Semua dampak langsung maupun tidak langsung harus benar-benar dipertimbangkan. Selain itu harus pula didiskusikan dan didokumentasikan semua *safeguard* yang dapat mencegah terjadinya event, atau dapat mengendalikan dampak, apabila terjadi. Apabila diperlukan tambahan informasi, atau team tidak yakin tentang konsekuensi apa yang mungkin dapat terjadi, hal ini harus dicatat untuk dilakukan investigasi (sebagai pelengkap studi), dan *assessment* dapat dilanjutkan, agar tidak terhenti.

Penetapan setting nilai/skala dari *safeguard* antara lain *safety alarm*, *safety valve*, dll pada unit dalam fasilitas proses produksi minyak dan gas diatur tidak melebihi tekanan operasional maksimum yang diijinkan lebih dari 3% dan batasnya tidak melebihi 10%. (ASME, 2007).

h. Kategori

Tetapkan jenis dari deviasi ini menurut akibat atau pengaruh yang ditimbulkan oleh terjadinya deviasi. Kategori dapat salah satu dari pilihan berikut:

- * *Hazard (H)*
- * *Operability Problems (O)*
- * *Hazard & Operability Problem (H / O)*

i. Rekomendasi (*Recommendation*)

Tindakan yang disarankan untuk dilakukan untuk mengurangi atau mengendalikan (mitigasi) terhadap hazard (*potential hazard*). Pada tahap ini masukan dari semua dicip line, baik dari segi penguasaan Standards, Peraturan,

Praktices dan pengalaman (*expertise*) semua anggota Team dibutuhkan agar dapat memberikan rekomendasi yang berbobot (*sound recommendation*). Perlu ditekankan bahwa rekomendasi berdasarkan hasil studi ini bersifat kualitatif, mengingat penekanan dari Studi Hazop adalah mengidentifikasi adanya *Hazard*, maupun masalah operabilitas.

2.7.6 Analisis Kemungkinan

Data kemungkinan kejadian dapat ditentukan melalui data kejadian serupa yang pernah terjadi di lingkungan operasi minyak dan gas atau melalui data empiris dari kejadian-kejadian sebelumnya seperti terlihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Tingkat Pengukuran Kemungkinan

Tingkat	Penjelasan
1	Tidak pernah terdengar pada Industri Minyak & Gas
2	Terdengar pada Industri Minyak & Gas
3	Insiden pernah terjadi di perusahaan
4	Terjadi beberapa kali pada perusahaan
5	Terjadi beberapa kali per tahun pada lokasi eksplorasi dan produksi

Sumber : BS, 2002, ISO 17776, United Kingdom; GL, 2009, Galion, GL; dan Trident Consultant, Espoir FPSO Normal Operation

2.7.7 Analisis *Consequences/Severity*

Data keparahan/konsekuensi kejadian (*Consequences*) dapat ditentukan melalui data kejadian serupa yang pernah terjadi di lingkungan operasi minyak dan gas atau melalui data empiris dari kejadian-kejadian sebelumnya. Data dampak yang terjadi dibagi menjadi 4 bagian yaitu dampak terhadap manusia, asset/peralatan, lingkungan dan reputasi/image seperti terlihat pada tabel 2.3, 2.4, 2.5 dan 2.6.

Tabel 2.3 Tingkat Pengukuran Konsekuensi Manusia

Tingkat	Penjelasan	Definisi
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada cedera/kerusakan pada kesehatan
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Termasuk kasus pertolongan pertama dan kasus perawatan penyakit medis dan pekerjaan yang tidak mempengaruhi kinerja atau menyebabkan cacat
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Cedera hilang waktu yang mempengaruhi kinerja, seperti pembatasan kegiatan (terbatas kasus kerja atau penyakit kerja) atau perlu mengambil beberapa hari untuk benar-benar pulih (kasus kehilangan hari kerja). Efek kesehatan yang dapat dibalik, misalnya iritasi kulit, keracunan makanan.
3	Cedera berat	Termasuk sebagian cacat permanen dan penyakit kerja yang mempengaruhi kinerja dalam jangka panjang, seperti tidak bekerja berkepanjangan. Kerusakan kesehatan yang tidak dapat diubah tanpa kehilangan kehidupan, misalnya kebisingan yang mengakibatkan gangguan pendengaran, cedera punggung kronis, kepekaan, sindrom tangan/lengan bergetar, cedera regangan berulang
4	1-3 kematian	Dari kecelakaan atau penyakit kerja. Kerusakan kesehatan yang tidak dapat diubah dengan cacat yang serius atau kematian, misalnya korosif luka bakar, stroke panas, kanker (jumlah penduduk yang terkena dalam jumlah kecil).
5	Kematian beruntun/banyak	Dari kecelakaan atau penyakit kerja misalnya sesak napas akibat kerja kimia atau kanker (jumlah penduduk yang terkena dalam jumlah besar).

Sumber : BS, 2002, ISO 17776, United Kingdom; GL, 2009, Galiom, GL; dan Trident Consultant, Espoir FPSO Normal Operation

Tabel 2.4 Tingkat Pengukuran Konsekuensi Aset

Tingkat	Penjelasan	Definisi
0	Tidak ada kerusakan	Tidak ada kerusakan
1	Kerusakan ringan	Tidak mengganggu operasional (kerusakan kurang dari USD 10.000)
2	Kerusakan kecil	Gangguan singkat (kerusakan kurang dari USD 100.000)
3	Kerusakan setempat	<i>Shutdown</i> sebagian (dapat dimulai kembali tetapi biaya sampai dengan USD 1.000.000)
4	Kerusakan besar	Kehilangan operasional sebagian (2 minggu <i>shutdown</i> biaya hingga USD 10.000.000)
5	Kerusakan parah	Kerusakan besar atau kehilangan seluruh operasi (biaya lebih dari USD 10.000.000)

Sumber : BS, 2002, ISO 17776, United Kingdom; GL, 2009, Galiom, GL; dan Trident Consultant, Espoir FPSO Normal Operation

Tabel 2.5 Tingkat Pengukuran Konsekuensi Lingkungan

Tingkat	Penjelasan	Definisi
0	Tidak ada pengaruh	Tidak ada kerusakan lingkungan. Tidak ada konsekuensi keuangan
1	Pengaruh ringan	Kerusakan lingkungan, di dalam pagar dan di dalam sistem. Konsekuensi keuangan diabaikan.
2	Pengaruh kecil	Cukup terkontaminasi besar atau dibuang untuk merusak lingkungan, namun tidak ada efek yang lama. Satu pelanggaran dalam batas atau ditentukan oleh undang-undang atau ditentukan, atau satu keluhan
3	Pengaruh setempat	Pembuangan yang terbatas mempengaruhi dan merusak lingkungan. Pengulangan pelanggaran dalam batas-batas atau ditentukan oleh undang-undang, atau gangguan meluas
4	Pengaruh besar	Kerusakan lingkungan yang parah. Perusahaan diwajibkan untuk mengambil tindakan yang meluas untuk memulihkan lingkungan yang rusak. Pelanggaran yang besar dalam batas-batas atau yang ditentukan oleh undang-undang, atau gangguan meluas.
5	Pengaruh yang luar biasa	Kerusakan lingkungan tetap yang parah atau gangguan parah memperluas wilayah yang luas. Kehilangan penggunaan komersial, rekreasi atau pemeliharaan alam mengakibatkan konsekuensi keuangan utama bagi Perseroan. Yang sedang berlangsung di atas pelanggaran undang-undang atau batas yang ditentukan.

Sumber : BS, 2002, ISO 17776, United Kingdom; GL, 2009, Galiom, GL; dan Trident Consultant, Espoir FPSO Normal Operation

Tabel 2.6 Tingkat Pengukuran Konsekuensi Reputasi

Tingkat	Penjelasan	Definisi
0	Tidak ada dampak	Masyarakat tidak sadar
1	Dampak ringan	Kesadaran masyarakat mungkin ada, tetapi tidak ada perhatian masyarakat
2	Dampak terbatas	Beberapa perhatian masyarakat lokal. Beberapa media lokal dan/atau perhatian politik dengan aspek-aspek yang berpotensi merugikan untuk operasional perusahaan.
3	Dampak besar	Perhatian masyarakat daerah. Perhatian luas yang merugikan di media lokal. Sedikit media nasional dan/atau lokal/perhatian politik regional. Sikap yang merugikan dari pemerintah daerah dan/atau kelompok tindakan.
4	Dampak nasional utama	Perhatian masyarakat nasional. Perhatian luas yang merugikan di media nasional. Dampak pada kebijakan nasional/daerah dengan langkah-langkah yang berpotensi membatasi dan/atau dampak terhadap pemberian lisensi. Mobilisasi kelompok tindakan.
5	Dampak internasional utama	Perhatian masyarakat internasional. Perhatian luas yang merugikan di media internasional. Kebijakan internasional/nasional dengan berpotensi mempunyai dampak yang parah pada akses ke daerah baru, hadiah lisensi dan/atau peraturan pajak.

Sumber : BS, 2002, ISO 17776, United Kingdom; GL, 2009, Galiom, GL; dan Trident Consultant, Espoir FPSO Normal Operation

2.7.8 Penentuan Tingkat Risiko

Dalam melakukan perhitungan tingkat risiko banyak metode yang dapat digunakan antara lain melalui metode *Risk Score Calculator* (RSC), Metode fine dan Risk Matrix. Metode perhitungan risiko didasarkan pada metode risk matrix dimana tingkat risiko kejadian diformulasikan sederhana sebagai berikut (Kristiansen, 2005):

$$R = P \times C$$

Dimana : R = Tingkat risiko (Rendah, Sedang, Tinggi)

P = Nilai kemungkinan (1 sampai 5)

C = Nilai konsekuensi (0 sampai 5)

Hasil perkalian tersebut dibuat matriks untuk menentukan tingkat risiko seperti terlihat pada tabel 2.7. Adapun cara menggunakan matriks ini adalah jika ada kejadian menimbulkan 4 (empat) konsekuensi baik terhadap manusia, aset, lingkungan dan reputasi dengan nilai konsekuensi yang berbeda-beda maka nilai konsekuensi yang digunakan dalam analisis adalah nilai yang paling tinggi. Misalnya nilai keparahan suatu dampak bernilai 4 (manusia), 2 (aset), 3 (lingkungan) dan 3 (reputasi), maka nilai keparahan yang digunakan dalam analisis adalah 4 (empat). Jika nilai kemungkinan kejadiannya adalah 4 (Terjadi beberapa kali per tahun pada perusahaan beroperasi) maka berdasarkan matriks nilai risikonya adalah tinggi (16).

Tabel 2.7 Matrix Risiko

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak	Kelola perbaikan secara terus menerus				
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas	Sedang				
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama	Tidak dapat ditolerir				
5	Kematian beruntun	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

Sumber : BS, 2002, ISO 17776, United Kingdom; GL, 2009, Galiom, GL; dan Trident Consultant, Espoir FPSO Normal Operation

2.7.9 Penjelasan Risiko Kategori Tidak Dapat Ditolerir

Suatu insiden dikategorikan tidak dapat ditolerir, antara lain :

1. Apabila nilai kemungkinan mendapat nilai 5 (terjadi beberapa kali per tahun pada lokasi eksplorasi dan produksi) dan nilai konsekuensinya mendapat nilai 3 pada minimum salah satu dari aspek manusia (cedera berat termasuk sebagian cacat permanen dan penyakit kerja yang mempengaruhi kinerja dalam jangka panjang, seperti tidak bekerja berkepanjangan. Kerusakan kesehatan yang tidak dapat diubah tanpa kehilangan kehidupan, misalnya kebisingan yang mengakibatkan gangguan pendengaran, cedera punggung kronis, kepekaan, sindrom tangan/lengan bergetar, cedera regangan berulang), aset (kerusakan setempat yaitu *Shutdown* sebagian, dapat dimulai kembali tetapi biaya sampai dengan USD 1.000.000), lingkungan (pengaruh setempat yaitu pembuangan yang terbatas mempengaruhi dan merusak lingkungan serta pengulangan pelanggaran dalam batas-batas atau ditentukan oleh undang-undang, atau gangguan meluas), dan reputasi (dampak besar yaitu perhatian masyarakat daerah, perhatian luas yang merugikan di media lokal, sedikit media nasional dan/atau lokal/perhatian politik regional, dan sikap yang merugikan dari pemerintah daerah dan/atau kelompok tindakan).
2. Apabila nilai kemungkinan mendapat nilai 4 (terjadi beberapa kali pada perusahaan) dan nilai konsekuensinya mendapat nilai 4 pada minimum salah satu dari aspek manusia (1-3 kematian dari kecelakaan atau penyakit kerja, kerusakan kesehatan yang tidak dapat diubah dengan cacat yang serius atau kematian, misalnya korosif luka bakar, stroke panas, kanker (jumlah penduduk yang terkena dalam jumlah kecil)), aset (kerusakan besar yaitu kehilangan operasional sebagian (2 minggu *shutdown* biaya hingga USD 10.000.000)), lingkungan (pengaruh besar yaitu kerusakan lingkungan yang parah. Perusahaan diwajibkan untuk mengambil tindakan yang meluas untuk memulihkan lingkungan yang rusak. Pelanggaran yang besar dalam batas-batas atau yang ditentukan oleh undang-undang, atau gangguan meluas), dan reputasi (dampak nasional utama yaitu perhatian masyarakat nasional. Perhatian luas yang merugikan di media nasional. Dampak pada kebijakan

nasional/daerah dengan langkah-langkah yang berpotensi membatasi dan/atau dampak terhadap pemberian lisensi. Mobilisasi kelompok tindakan).

3. Apabila nilai kemungkinan mendapat nilai 5 (terjadi beberapa kali per tahun pada lokasi eksplorasi dan produksi) dan nilai konsekuensinya mendapat nilai 4 pada minimum salah satu dari aspek manusia (1-3 kematian dari kecelakaan atau penyakit kerja, kerusakan kesehatan yang tidak dapat diubah dengan cacat yang serius atau kematian, misalnya korosif luka bakar, stroke panas, kanker (jumlah penduduk yang terkena dalam jumlah kecil)), aset (kerusakan besar yaitu kehilangan operasional sebagian (2 minggu *shutdown* biaya hingga USD 10.000.000)), lingkungan (pengaruh besar yaitu kerusakan lingkungan yang parah. Perusahaan diwajibkan untuk mengambil tindakan yang meluas untuk memulihkan lingkungan yang rusak. Pelanggaran yang besar dalam batas-batas atau yang ditentukan oleh undang-undang, atau gangguan meluas), dan reputasi (dampak nasional utama yaitu perhatian masyarakat nasional. Perhatian luas yang merugikan di media nasional. Dampak pada kebijakan nasional/daerah dengan langkah-langkah yang berpotensi membatasi dan/atau dampak terhadap pemberian lisensi. Mobilisasi kelompok tindakan).
4. Apabila nilai kemungkinan mendapat nilai 3 (insiden pernah terjadi di perusahaan) dan nilai konsekuensinya mendapat nilai 5 pada minimum salah satu dari aspek manusia (Kematian beruntun/banyak dari kecelakaan atau penyakit kerja misalnya sesak napas akibat kerja kimia atau kanker (jumlah penduduk yang terkena dalam jumlah besar)), aset (kerusakan parah yaitu kerusakan besar atau kehilangan seluruh operasi (biaya lebih dari USD 10.000.000)), lingkungan (pengaruh yang luar biasa yaitu kerusakan lingkungan tetap yang parah atau gangguan parah memperluas wilayah yang luas. Kehilangan penggunaan komersial, rekreasi atau pemeliharaan alam mengakibatkan konsekuensi keuangan utama bagi Perseroan. Yang sedang berlangsung di atas pelanggaran undang-undang atau batas yang ditentukan), dan reputasi (dampak internasional utama yaitu perhatian masyarakat internasional. Perhatian luas yang merugikan di media internasional).

Kebijakan internasional/nasional dengan berpotensi mempunyai dampak yang parah pada akses ke daerah baru, hadiah lisensi dan/atau peraturan pajak).

5. Apabila nilai kemungkinan mendapat nilai 4 (terjadi beberapa kali pada perusahaan) dan nilai konsekuensinya mendapat nilai 5 pada minimum salah satu dari aspek manusia (Kematian beruntun/banyak dari kecelakaan atau penyakit kerja misalnya sesak napas akibat kerja kimia atau kanker (jumlah penduduk yang terkena dalam jumlah besar)), aset (kerusakan parah yaitu kerusakan besar atau kehilangan seluruh operasi (biaya lebih dari USD 10.000.000)), lingkungan (pengaruh yang luar biasa yaitu kerusakan lingkungan tetap yang parah atau gangguan parah memperluas wilayah yang luas. Kehilangan penggunaan komersial, rekreasi atau pemeliharaan alam mengakibatkan konsekuensi keuangan utama bagi Perseroan. Yang sedang berlangsung di atas pelanggaran undang-undang atau batas yang ditentukan), dan reputasi (dampak internasional utama yaitu perhatian masyarakat internasional. Perhatian luas yang merugikan di media internasional. Kebijakan internasional/nasional dengan berpotensi mempunyai dampak yang parah pada akses ke daerah baru, hadiah lisensi dan/atau peraturan pajak).
6. Apabila nilai kemungkinan mendapat nilai 5 (terjadi beberapa kali per tahun pada lokasi eksplorasi dan produksi) dan nilai konsekuensinya mendapat nilai 5 pada minimum salah satu dari aspek manusia (Kematian beruntun/banyak dari kecelakaan atau penyakit kerja misalnya sesak napas akibat kerja kimia atau kanker (jumlah penduduk yang terkena dalam jumlah besar)), aset (kerusakan parah yaitu kerusakan besar atau kehilangan seluruh operasi (biaya lebih dari USD 10.000.000)), lingkungan (pengaruh yang luar biasa yaitu kerusakan lingkungan tetap yang parah atau gangguan parah memperluas wilayah yang luas. Kehilangan penggunaan komersial, rekreasi atau pemeliharaan alam mengakibatkan konsekuensi keuangan utama bagi Perseroan. Yang sedang berlangsung di atas pelanggaran undang-undang atau batas yang ditentukan), dan reputasi (dampak internasional utama yaitu perhatian masyarakat internasional. Perhatian luas yang merugikan di media internasional. Kebijakan internasional/nasional dengan berpotensi

mempunyai dampak yang parah pada akses ke daerah baru, hadiah lisensi dan/atau peraturan pajak).

2.8 Pengendalian Risiko

Analisis terakhir untuk penelitian ini adalah analisis rencana pengendalian terhadap tingkat risiko yang sudah diperoleh pada analisis penentuan tingkat risiko. Pengendalian risiko adalah bagian dari manajemen risiko. Dalam menentukan pengendalian risiko dilakukan pendekatan secara hirarkis sebagai berikut :

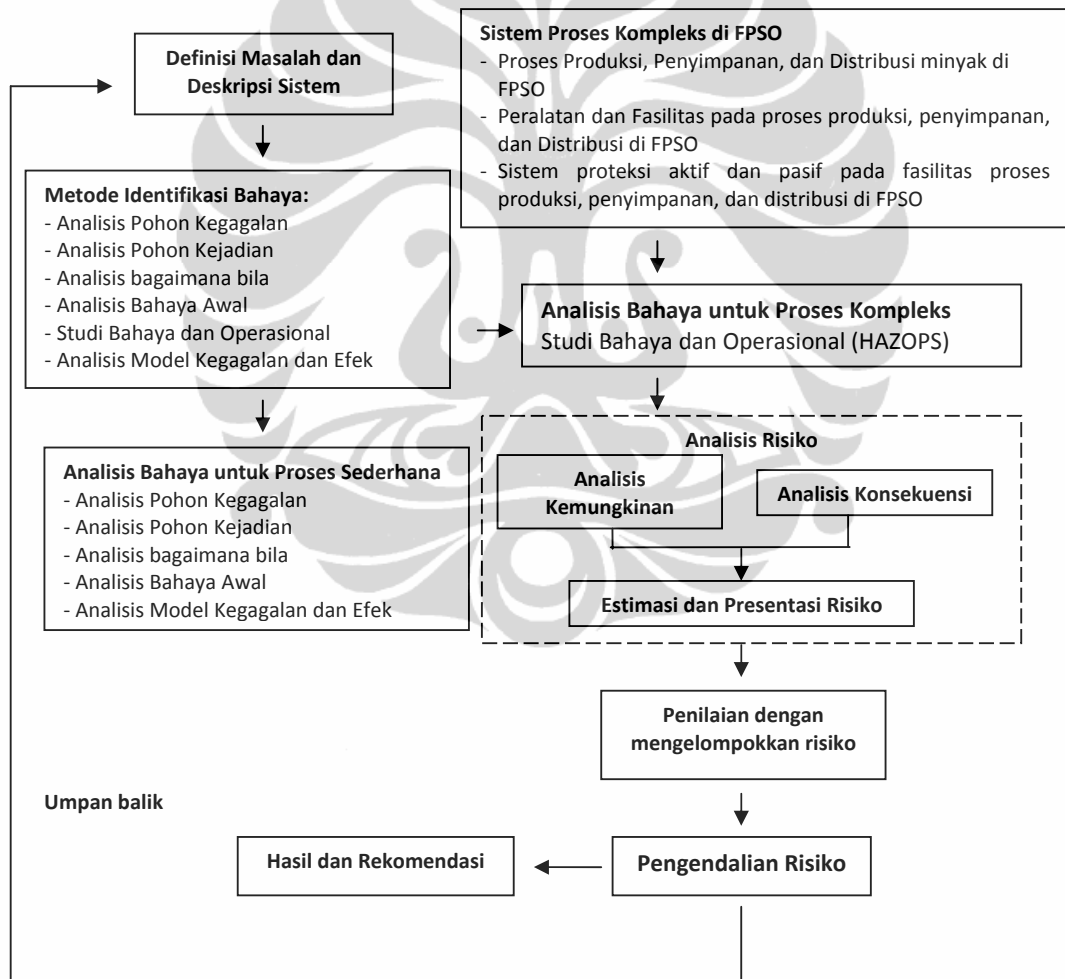
1. Eliminasi (*Elimination*), adalah proses yang dilakukan dengan menghilangkan bahaya jika memungkinkan dalam sistem proses atau di tempat kerja.
2. Substitusi (*Substitution*), adalah menggantikan material, alat, bahan atau metode yang dianggap mempunyai bahaya dalam proses yang ada dengan material, alat, bahan atau metode yang tingkat bahayanya lebih kecil.
3. Pengendalian Rekayasa (*Engineering Control*), adalah melakukan desain ulang pada *plant* yang ada dan sekaligus mengganti/menambah/memperbaiki peralatan atau sistem proses.
4. Pengendalian Administrasi (*Administrative Control*), adalah pengendalian yang dilakukan dengan mengubah sistem kerja pekerja seperti perubahan waku kerja atau membuat standard prosedur praktis untuk setiap pekerjaan.
5. Alat Pelindung Diri (*Personal Protective Equipment*), adalah penggunaan alat pelindung diri oleh pekerja untuk mengurangi paparan atau kontak langsung dengan sumber bahaya dalam proses.

BAB III

KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, DAN DEFINISI OPERASIONAL

3.1 Kerangka Teori

Konsep pelaksanaan penelitian analisis risiko dan penilaian risiko adalah sebagai berikut (Kristiansen, 2005) :



Gambar 3.1 Proses Analisis Risiko dan Penilaian Risiko

Penjelasan dari proses analisis risiko dan penilaian risiko, adalah sebagai berikut:

a. Definisi Masalah dan Deskripsi Sistem

Menetapkan cakupan penilaian risiko untuk membantu memfokuskan upaya untuk menentukan bahaya dari operasional pada kapal FPSO dan menjelaskan sistem proses produksi minyak dan gas dan pemanisasi pada kapal FPSO serta spesifikasi dari kapal tersebut.

b. Identifikasi Bahaya

Mengidentifikasi suatu kondisi yang berpotensi menimbulkan konsekuensi kerugian pada manusia, aset, dan lingkungan yang berupa nilai semi kuantitatif.

c. Analisis Bahaya

Memilih node untuk tiap aparat yang besar dan aliran unit proses yang akan dikerjakan. Lalu menentukan kata panduan (*guide word*) dan parameter untuk menghasilkan deviasi yang lebih jelas. Kemudian menganalisis penyebab deviasi tersebut yang dapat menimbulkan konsekuensi mengakibatkan bahaya.

d. Analisis Kemungkinan

Menentukan estimasi seberapa sering potensi kecelakaan mungkin dapat terjadi, bukan seberapa sering bahaya itu terjadi.

e. Analisis Konsekuensi

Setelah penentuan frekuensi, kemudian menetapkan konsekuensi atau dampak, skala. Setiap bahaya dan potensi kecelakaan yang telah diidentifikasi, menilai dampak yang dihasilkan dari bahaya yang mewujudkan kecelakaan.

f. Estimasi dan Presentasi Risiko

Menggabungkan elemen frekuensi dan elemen konsekuensi ke dalam suatu matriks.

g. Penilaian dengan Mengelompokkan Risiko

Melakukan evaluasi dari hasil penggabungan elemen frekuensi dan mengelompokkan risiko-risiko tersebut dari risiko tertinggi sampai terendah.

h. Pengendalian Risiko

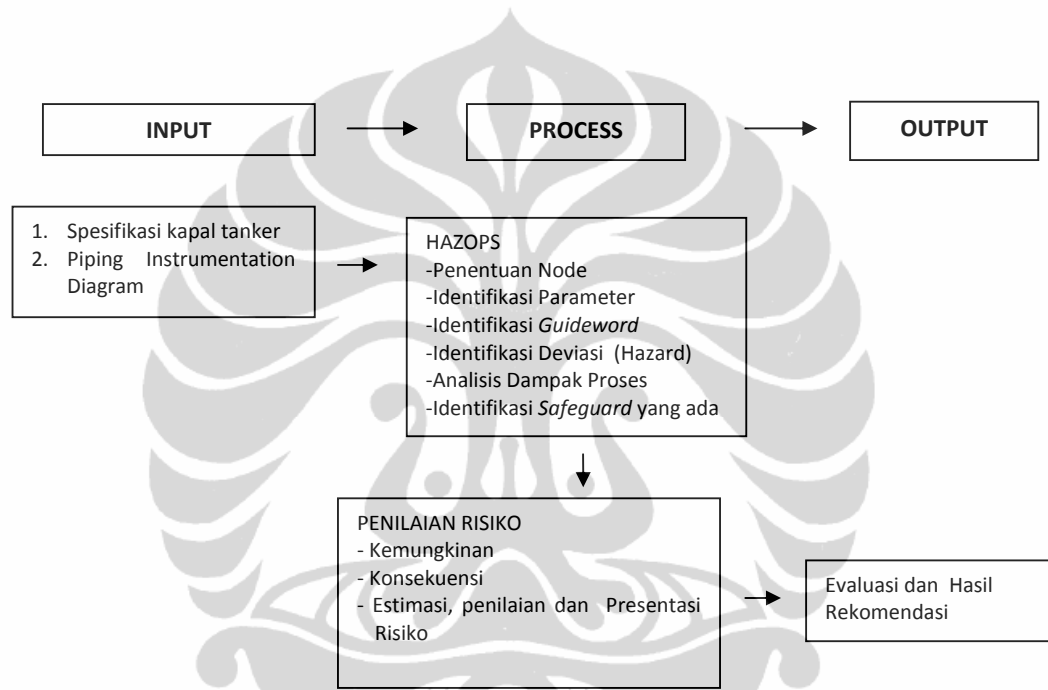
Melakukan pengendalian terhadap risiko atau potensi kecelakaan yang dikriteriakan risiko tertinggi.

i. Hasil dan Rekomendasi-rekomendasi

Memberi hasil dari analisis yang dilakukan dan memberikan rekomendasi-rekomendasi untuk meminimalisir bahaya/risiko yang berpotensi terjadi.

3.2 Kerangka Konsep

Kerangka konsep untuk dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2 Kerangka Konsep Penelitian

3.3 Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Hasil
Spesifikasi Kapal Tanker	Spesifikasi kapal tanker yang akan dikonversi ke FPSO digunakan sebagai identitas kapal tersebut yang mencakup jenis, ukuran, macam muatan, dll.	
<i>Piping & Instruments Diagram</i> (Diagram Pisanisasi dan Instrumentasi) P&ID	Diagram pada FPSO yang mencantumkan urutan proses pada alat-alat utama seperti pipa, bejana tekan, tangki, generator dilengkapi dengan memperinci alat-alat pendukung kecil lainnya seperti katup, <i>fitting</i> , <i>pressure gauge</i> , <i>safe guard</i> dan lain-lain. Di dalam P&ID sudah muncul parameter-parameter operasi seperti temperature, tekanan, <i>flow</i> dan lain-lain.	
Node	Bagian-bagian unit proses pada FPSO yang digunakan untuk mengolah atau menyelesaikan HAZOPS dan dapat membantu untuk memfokuskan penyelesaian dengan membagi unit proses ke dalam beberapa bagian.	
Parameter	Suatu variable yang digunakan dalam proses produksi	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Flow</i> • <i>Level</i> • <i>Pressure</i> • <i>Temperature</i> • <i>dll</i>
Guideword	Suatu kata yang digunakan untuk digabungkan dengan parameter	<ul style="list-style-type: none"> • <i>No</i> • <i>Less</i> • <i>More</i> • <i>Other than</i> • <i>dll</i>
Deviasi	Gabungan antara <i>guide word</i> dan parameter yang menggambarkan penyimpangan pada suatu proses di FPSO.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>No Flow</i> • <i>Low Level</i> • <i>High Pressure</i> • <i>Reverse Flow</i> • <i>dll</i>

Variabel	Definisi Operasional	Hasil
Dampak	Suatu akibat yang terjadi apabila penyimpangan itu terjadi	<ul style="list-style-type: none"> • Kebakaran, • Ledakan, • Kerusakan, • dll
<i>Safeguard</i>	Pengaman yang ada dalam proses produksi pada FPSO yang sudah direncanakan dalam desain untuk meminimalkan dampak.	<ul style="list-style-type: none"> • Ya, apa? • Tidak
Kemungkinan	Menentukan estimasi seberapa sering potensi kecelakaan mungkin dapat terjadi, bukan seberapa sering bahaya itu terjadi di FPSO.	Nilai tingkat pengukuran kemungkinan antara 1 – 5.
Konsekuensi	Suatu tingkat keparahan dari dampak yang terjadi akibat deviasi atau penyimpangan dalam sistem atau dampak akibat kerusakan peralatan di FPSO yang dibagi menjadi 4 (empat) obyek yaitu manusia, lingkungan, peralatan dan image.	Nilai tingkat pengukuran konsekuensi antara 0 - 5.
Estimasi, penilaian, dan presentasi risiko	Melakukan suatu urutan dari hasil penilaian risiko terhadap suatu standar yang terdapat pada ISO 17776.	Kategori: <ul style="list-style-type: none"> • Kelola perbaikan secara terus menerus • Sedang • Tidak dapat ditolerir
Evaluasi dan Hasil Rekomendasi	Upaya yang dilakukan untuk meminimalisasi suatu risiko apakah dengan dilakukan eliminasi, pengendalian rekayasa, dan pengendalian administrasi.	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminasi • <i>Engineering control</i> • <i>Administrative control</i> • <i>Personal Protective Equipment</i>

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif deskriptif atau observatif untuk melakukan analisis terhadap potensi bahaya pada kegiatan operasional proses produksi minyak dan gas di kapal FPSO, dikarenakan dilakukan analisis terhadap setiap deviasi atau penyimpangan dalam proses produksi dan memberikan uraian secara deskriptif tentang faktor-faktor yang menyebabkan penyimpangan tersebut dan dampaknya terhadap proses secara keseluruhan di fasilitas proses produksi minyak dan gas di FPSO.

4.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Kantor Pusat M3ENERGY BERHAD yang merupakan perusahaan yang bekerjasama dengan PT. Pertamina Tongkang dalam Proyek Petronas Bukit Tua.

4.3 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan selama 1 bulan, yaitu dari tanggal 30 Mei 2010 sampai dengan 30 Juni 2010.

4.4 Pengumpulan Data

Jenis data yang akan digunakan pada penelitian terhadap proyek ini adalah sebagai berikut:

4.4.1 Data Primer

Dilakukan wawancara dan *brainstorming* dengan *Project Engineer*, *Commissioning Manager*, Divisi Operasi, *HSE Representative*, *Control System*

Design Engineer, dan *Team Leader* di M3ENERGY BERHAD dalam rangka melakukan HAZOP terhadap P&ID yang ada berdasarkan Proyek Petronas Bukit Tua.

4.4.2 Data Sekunder

Data sekunder didapatkan dari dokumen-dokumen perusahaan dan dokumen tender, yaitu :

- a. Spesifikasi kapal tanker yang akan di konversi menjadi FPSO.
- b. Gambar Diagram Proses & Alir (PFD) fasilitas proses produksi minyak dan gas di kapal FPSO.
- c. Gambar Diagram Pipanisasi dan Instrumentasi (P&ID) fasilitas proses produksi minyak dan gas di kapal FPSO.
- d. Data sistem pencegahan dan proteksi kebakaran.
- e. Pedoman Penilaian Risiko untuk milik DNV.
- f. Dokumen-dokumen Proyek Petronas Bukit Tua.

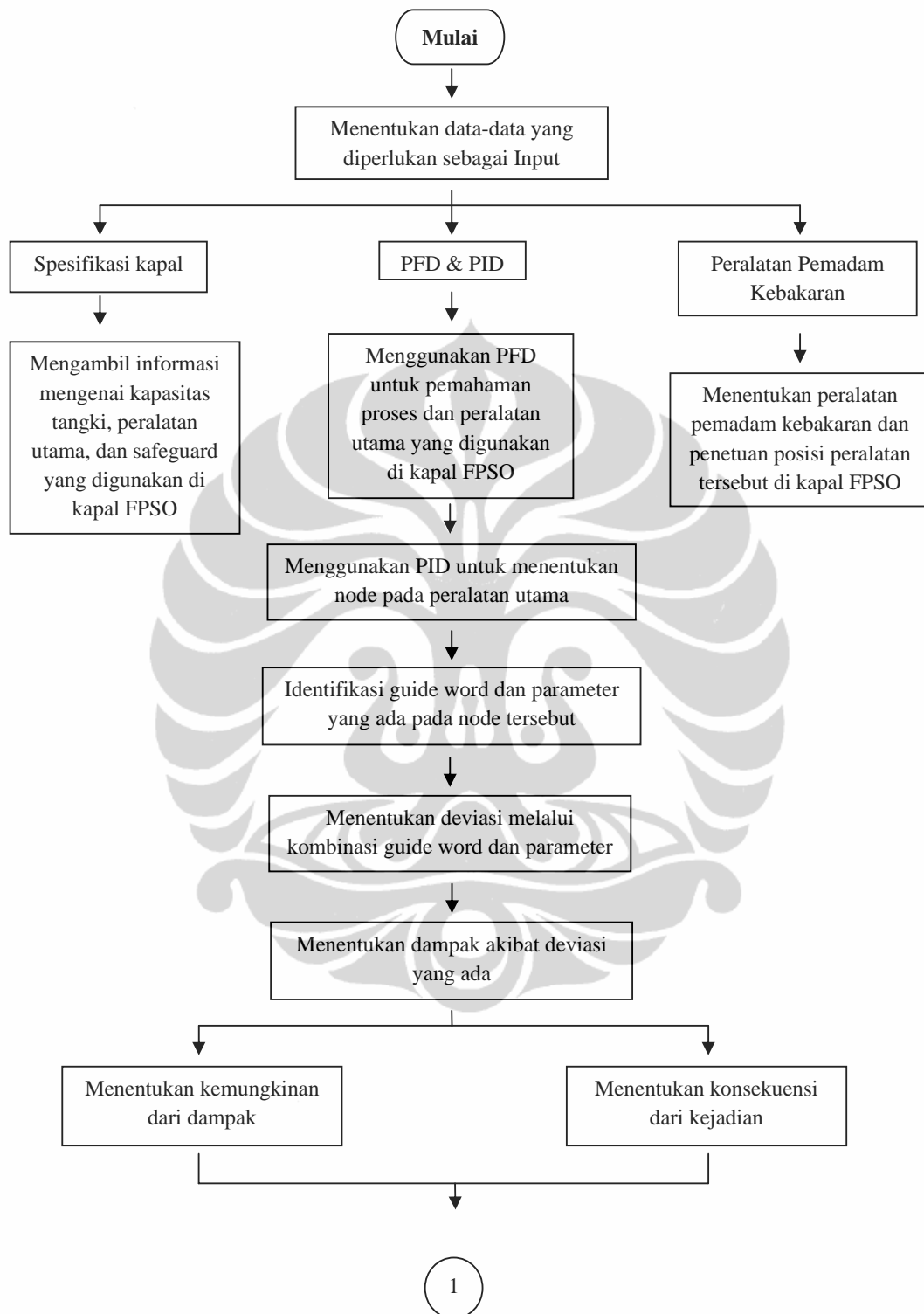
4.5 Rencana Analisis Data

4.5.1 Persiapan Sebelum Melakukan Analisis

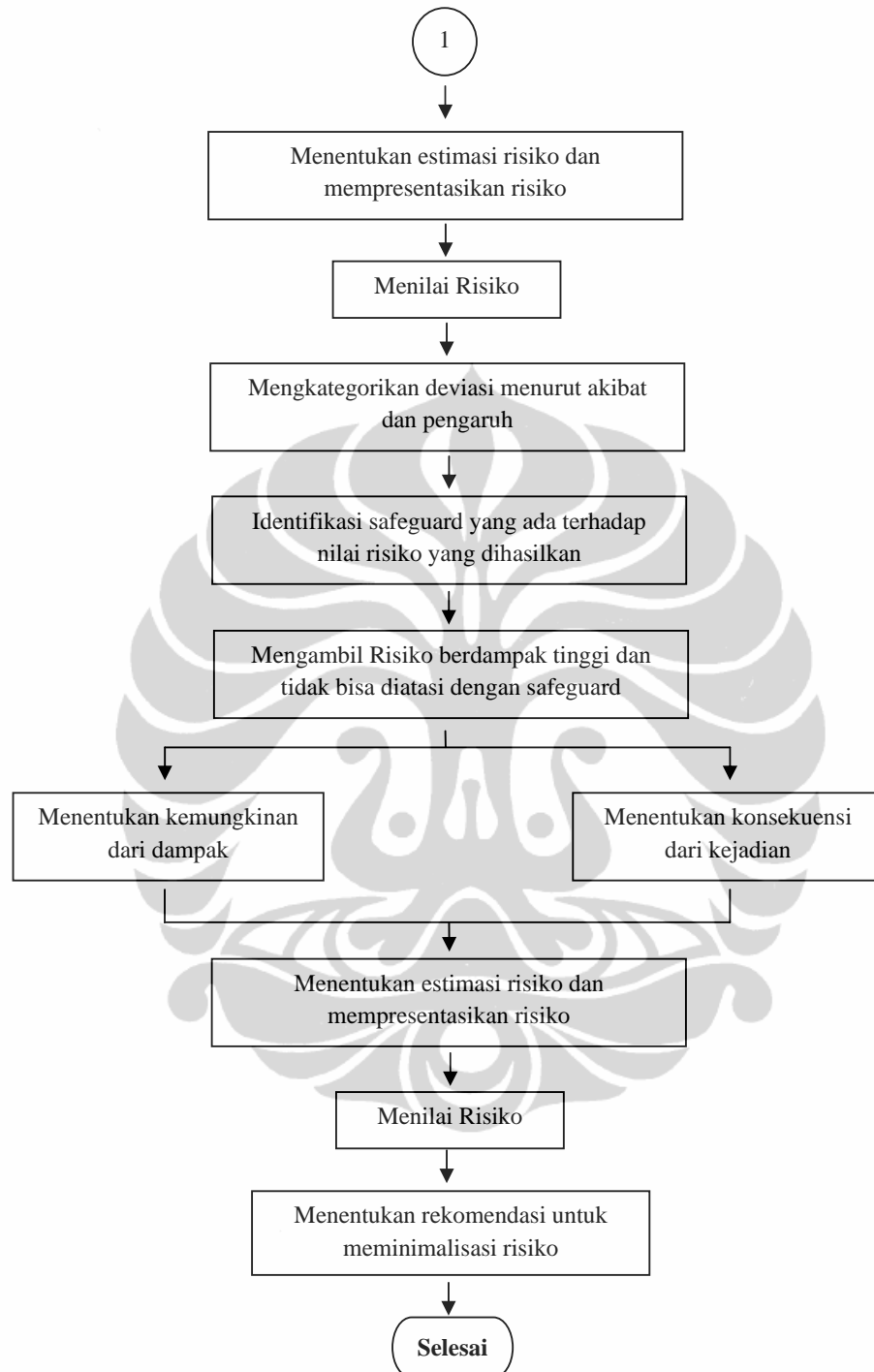
Penentuan node-node pada peralatan utama dari gambar-gambar P&ID tahap desain proses produksi minyak dan gas di FPSO untuk Proyek Petronas Bukit Tua sebelum dilakukan analisis.

4.5.2 Analisis Data

Adapun urutan analisis yang akan dilakukan ditampilkan dalam diagram alir sebagai berikut :



Gambar 4.1 Diagram Alir Analisis Data



Gambar 4.1 Sambungan

Penjelasan dan panduan dari Diagram alir analisis data diatas adalah sebagai berikut :

1. Melakukan identifikasi *guide word* dan parameter pada node-node yang telah ditentukan pada P&ID. Adapun tabel yang digunakan dalam identifikasi *guide word* dan parameter adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1. Guide Word dan Parameter Proses

GUIDE WORD	PROCESS PARAMETER
No	FLOW
Less	LEVEL
More	PRESSURE
Reverse	TEMPERATURE
Part Of	Other parameter as needed
As Well As	
Other Than	

Sumber : API RP 750

2. Setelah dilakukan pengidentifikasi *guide word* dan parameter, kemudian dilakukan penentuan deviasi melalui kombinasi *guide word* dan parameter tersebut.
3. Kemudian dilakukan penentuan dampak akibat dari deviasi yang ada.
4. Dampak telah ditentukan kemudian dilakukan penentuan kemungkinan kejadian (*Probability*) dapat ditentukan melalui data sekunder HAZOPS serupa di lingkungan operasi *Marine Offshore*. Tingkat kemungkinan kejadian dibagi menjadi 5 tingkat 1, 2, 3, 4, dan 5 mulai dari terendah sampai tertinggi, dengan tabel sebagai berikut :

Tabel 4.2 Tingkat Pengukuran Kemungkinan

Tingkat	Penjelasan
1	Tidak pernah terdengar pada Industri Minyak & Gas
2	Terdengar pada Industri Minyak & Gas
3	Insiden pernah terjadi di perusahaan
4	Terjadi beberapa kali pada perusahaan
5	Terjadi beberapa kali per tahun pada lokasi eksplorasi dan produksi

Sumber : BS, 2002, ISO 17776, United Kingdom; GL, 2009, Galiom, GL; dan Trident Consultant, Espoir FPSO Normal Operation

Setelah itu ditentukan konsekuensi melalui data sekunder HAZOPS serupa di lingkungan operasi *Marine Offshore*, dibagi menjadi 4 bagian, yaitu manusia, aset, lingkungan, dan reputasi. Tingkat dampak kejadian dibagi menjadi 6 tingkat 0, 1, 2, 3, 4, dan 5 mulai dari terendah sampai tertinggi, dengan tabel sebagai berikut :

Tabel 4.3 Tingkat Pengukuran Konsekuensi Manusia

Tingkat	Penjelasan	Definisi
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada cedera/kerusakan pada kesehatan
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Termasuk kasus pertolongan pertama dan kasus perawatan penyakit medis dan pekerjaan yang tidak mempengaruhi kinerja atau menyebabkan cacat
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Cedera hilang waktu yang mempengaruhi kinerja, seperti pembatasan kegiatan (terbatas kasus kerja atau penyakit kerja) atau perlu mengambil beberapa hari untuk benar-benar pulih (kasus kehilangan hari kerja). Efek kesehatan yang dapat dibalik, misalnya iritasi kulit, keracunan makanan.
3	Cedera berat	Termasuk sebagian cacat permanen dan penyakit kerja yang mempengaruhi kinerja dalam jangka panjang, seperti tidak bekerja berkepanjangan. Kerusakan kesehatan yang tidak dapat diubah tanpa kehilangan kehidupan, misalnya kebisingan yang mengakibatkan gangguan pendengaran, cedera punggung kronis, kepekaan, sindrom tangan/lengan bergetar, cedera regangan berulang
4	1-3 kematian	Dari kecelakaan atau penyakit kerja. Kerusakan kesehatan yang tidak dapat diubah dengan cacat yang serius atau kematian, misalnya korosif luka bakar, stroke panas, kanker (jumlah penduduk yang terkena dalam jumlah kecil).
5	Kematian beruntun/banyak	Dari kecelakaan atau penyakit kerja misalnya sesak napas akibat kerja kimia atau kanker (jumlah penduduk yang terkena dalam jumlah besar).

Sumber : BS, 2002, ISO 17776, United Kingdom; GL, 2009, Galiom, GL; dan Trident Consultant, Espoir FPSO Normal Operation

Tabel 4.4 Tingkat Pengukuran Konsekuensi Aset

Tingkat	Penjelasan	Definisi
0	Tidak ada kerusakan	Tidak ada kerusakan
1	Kerusakan ringan	Tidak mengganggu operasional (kerusakan kurang dari USD 10.000)
2	Kerusakan kecil	Gangguan singkat (kerusakan kurang dari USD 100.000)
3	Kerusakan setempat	<i>Shutdown</i> sebagian (dapat dimulai kembali tetapi biaya sampai dengan USD 1.000.000)
4	Kerusakan besar	Kehilangan operasional sebagian (2 minggu <i>shudown</i> biaya hingga USD 10.000.000)
5	Kerusakan parah	Kerusakan besar atau kehilangan seluruh operasi (biaya lebih dari USD 10.000.000)

Sumber : BS, 2002, ISO 17776, United Kingdom; GL, 2009, Galiom, GL; dan Trident Consultant, Espoir FPSO Normal Operation

Tabel 4.5. Tingkat Pengukuran Konsekuensi Lingkungan

Tingkat	Penjelasan	Definisi
0	Tidak ada pengaruh	Tidak ada kerusakan lingkungan. Tidak ada konsekuensi keuangan
1	Pengaruh ringan	Kerusakan lingkungan, di dalam pagar dan di dalam sistem. Konsekuensi keuangan diabaikan.
2	Pengaruh kecil	Cukup terkontaminasi besar atau dibuang untuk merusak lingkungan, namun tidak ada efek yang lama. Satu pelanggaran dalam batas atau ditentukan oleh undang-undang atau ditentukan, atau satu keluhan
3	Pengaruh setempat	Pembuangan yang terbatas mempengaruhi dan merusak lingkungan. Pengulangan pelanggaran dalam batas-batas atau ditentukan oleh undang-undang, atau gangguan meluas
4	Pengaruh besar	Kerusakan lingkungan yang parah. Perusahaan diwajibkan untuk mengambil tindakan yang meluas untuk memulihkan lingkungan yang rusak. Pelanggaran yang besar dalam batas-batas atau yang ditentukan oleh undang-undang, atau gangguan meluas.
5	Pengaruh yang luar biasa	Kerusakan lingkungan tetap yang parah atau gangguan parah memperluas wilayah yang luas. Kehilangan penggunaan komersial, rekreasi atau pemeliharaan alam mengakibatkan konsekuensi keuangan utama bagi Perseroan. Yang sedang berlangsung di atas pelanggaran undang-undang atau batas yang ditentukan.

Sumber : BS, 2002, ISO 17776, United Kingdom; GL, 2009, Galiom, GL; dan Trident Consultant, Espoir FPSO Normal Operation

Tabel 4.6 Tingkat Pengukuran Konsekuensi Reputasi

Tingkat	Penjelasan	Definisi
0	Tidak ada dampak	Masyarakat tidak sadar
1	Dampak ringan	Kesadaran masyarakat mungkin ada, tetapi tidak ada perhatian masyarakat
2	Dampak terbatas	Beberapa perhatian masyarakat lokal. Beberapa media lokal dan/atau perhatian politik dengan aspek-aspek yang berpotensi merugikan untuk operasional perusahaan.
3	Dampak besar	Perhatian masyarakat daerah. Perhatian luas yang merugikan di media lokal. Sedikit media nasional dan/atau lokal/perhatian politik regional. Sikap yang merugikan dari pemerintah daerah dan/atau kelompok tindakan.
4	Dampak nasional utama	Perhatian masyarakat nasional. Perhatian luas yang merugikan di media nasional. Dampak pada kebijakan nasional/daerah dengan langkah-langkah yang berpotensi membatasi dan/atau dampak terhadap pemberian lisensi. Mobilisasi kelompok tindakan.
5	Dampak internasional utama	Perhatian masyarakat internasional. Perhatian luas yang merugikan di media internasional. Kebijakan internasional/nasional dengan berpotensi mempunyai dampak yang parah pada akses ke daerah baru, hadiah lisensi dan/atau peraturan pajak.

Sumber : BS, 2002, ISO 17776, United Kingdom; GL, 2009, Galiom, GL; dan Trident Consultant, Espoir FPSO Normal Operation

5. Melakukan estimasi nilai risiko dari nilai kejadian (*probability*) dan konsekuensi yang didapat kemudian mempresentasikan hasil penilaian risiko tersebut. Estimasi nilai risiko dilakukan dengan cara menggunakan sebagai berikut (Kristiansen, 2005):

$$R = P \times C$$

Dimana : R = Tingkat risiko (Rendah, Sedang, Tinggi)

P = Nilai kemungkinan (1 sampai 5)

C = Nilai konsekuensi (0 sampai 5)

Nilai konsekuensi yang digunakan dalam analisis untuk penentuan nilai *risk rating*, baik nilai *risk rating* awal dan *residual risk rating* adalah nilai yang paling tinggi pada kejadian yang menimbulkan 4 (empat) konsekuensi baik terhadap manusia, aset, lingkungan dan reputasi. Misalnya nilai keparahan suatu dampak bernilai 3 (manusia), 4 (aset), 3 (lingkungan) dan 3 (reputasi), maka nilai keparahan yang digunakan dalam analisis adalah 4 (empat). Jika nilai kemungkinan kejadiannya adalah 4 (Terjadi beberapa kali per tahun pada perusahaan beroperasi) maka berdasarkan matriks nilai risikonya adalah tinggi (16).

Presentasi hasil penilaian risiko akan ditampilkan pada matriks risiko, dibawah ini :

Tabel 4.7 Matrix Risiko

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak	Kelola perbaikan secara terus menerus				
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas	Sedang				
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama	Tidak dapat ditolerir				
5	Kematian lebih dari satu orang	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

Sumber : BS, 2002, ISO 17776, United Kingdom; GL, 2009, Galiom, GL; dan Trident Consultant, Espoir FPSO Normal Operation

6. Mengkategorikan deviasi yang timbul menurut akibat atau pengaruh, yaitu *Hazard*, *Operability*, dan *Hazard & Operability Problems*.
7. Nilai risiko yang didapat dilakukan identifikasi dengan *safeguard* yang ada apakah risiko tersebut dapat diatasi.
8. Risiko-risiko yang tidak dapat diatasi dengan *safeguard* akan dilakukan penilaian risiko lagi. Melakukan estimasi nilai risiko dari nilai kejadian (*probability*) dan konsekuensi yang didapat kemudian mempresentasikan hasil penilaian risiko tersebut. Estimasi nilai risiko dilakukan dengan cara menggunakan sebagai berikut (Kristiansen, 2005):

$$\mathbf{R = P \times C}$$

Dimana : R = Tingkat risiko (Rendah, Sedang, Tinggi)
 P = Nilai kemungkinan (1 sampai 5)
 C = Nilai konsekuensi (0 sampai 5)

Nilai konsekuensi yang digunakan dalam analisis untuk penentuan nilai *risk rating*, baik nilai *risk rating* awal dan *residual risk rating* adalah nilai yang paling tinggi pada kejadian yang menimbulkan 4 (empat) konsekuensi baik terhadap manusia, aset, lingkungan dan reputasi. Misalnya nilai keparahan suatu dampak bernilai 3 (manusia), 4 (aset), 3 (lingkungan) dan 3 (reputasi), maka nilai keparahan yang digunakan dalam analisis adalah 4 (empat). Jika nilai kemungkinan kejadiannya adalah 4 (Terjadi beberapa kali per tahun pada perusahaan beroperasi) maka berdasarkan matriks nilai risikonya adalah tinggi (16).

Presentasi hasil penilaian risiko akan ditampilkan pada matriks risiko

9. Setelah itu menentukan rekomendasi untuk meminimalisasi risiko yang timbul, mulai dari Eliminasi (*Elimination*), Substitusi (*Substitution*), Pengendalian Rekayasa (*Engineering Control*), Pengendalian Administrasi (*Administrative Control*) sampai dengan Alat Pelindung Diri (*Personal Protective Equipment*).

BAB V

HASIL PENELITIAN

5.1 Spesifikasi Kapal Tanker

Kapal tanker yang akan digunakan dalam proyek tersebut dengan spesifikasi sebagai berikut :

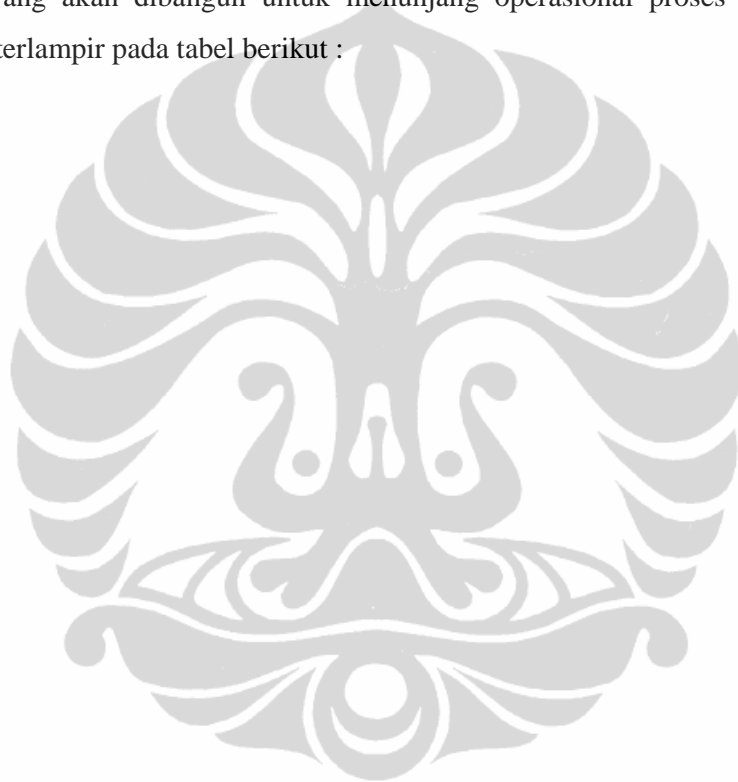
Nama Kapal	: Four Bay
Jenis Kapal	: Tanker Minyak
Jenis Lambung	: <i>Double Hull</i>
Badan Klasifikasi	: RINA/ABS
Notasi Klasifikasi	: C*OIL TANKER ESP-DOUBLE HULL Unrestricted Navigation*AUT-UMS
<i>Gross Registered Tonnage</i>	: 52176
<i>Light Weight Tonnage</i>	: 27904
<i>Length Over All</i>	: 233,60 m
<i>Length Between Perpendicular</i>	: 233,00 m
<i>Beam Extreme</i>	: 42,60 m
<i>Summer Draft</i>	: 4817 mm
<i>Moulded Draft</i>	: 19,80 m
<i>Lightship Draft</i>	: 16,535 m
Kapasitas Tangki dan <i>Grade</i>	
<i>Grade Bunker Mesin Induk/Bantu</i>	: IFO 380/MGO
Kapasitas Bunker	: 1470 cu.m
Kapasitas Bunker <i>Marine Diesel</i>	: 1240 cu.m
Jumlah kompartemen (tidak termasuk <i>slop tank</i>) adalah 7 kompartemen.	
Kapasitas <i>Slop tank</i> adalah 2 buah; 2 x 1828, 5	
Kapasitas Tangki Produksi	: 2 buah tangki produksi 14568,8
Kapasitas Total Muatan (98%)	: 69836,6 cu.m tidak termasuk <i>slop tank</i> dan tangki produksi
Bahan koil pemanas adalah Aluminium dengan sistem steam.	

5.2 Konversi Kapal Tanker

Kapal tanker diatas akan berlayar menuju *dockyard* yang berpengalaman dalam hal konversi kapal tanker menjadi FPSO. Jangka waktu konversi kapal tanker menjadi FPSO adalah 2 tahun.

Selama tahap konversi di *dockyard*, semua pergantian, perbaikan, dan pelapisan akan dilaksanakan sesuai rekomendasi dari badan klasifikasi yang telah ditunjuk.

Utility yang akan dibangun untuk menunjang operasional proses produksi pada FPSO terlampir pada tabel berikut :



Tabel 5.1 Utility pada Kapal FPSO berikut Spesifikasinya

Equipment No.	Qty	Equipment / Component	PFD	Deck	Capacity	Est. Abs. Load (KW)	Power Installed (KW)	Design Conditions			Dimensions / Unit			Weight per unit			Orientation	Technical Requisition No.	By	Remarks
								Pressure (kPag)	Max Temp °C	Min Temp °C	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)	Ury (MT)	Operating (MT)	Hydro (MT)				
System 11, FWS-Oil																				
1V 1110	1	1st Stage Separator	FPSO-DR-F-0003		30 000 bpd total liquid, 40MMscfd of gas			4500	120	10	9300	2400					Horizontal		Three phase separation (Gas/Oil/Water) 5 Minutes residence time for oil section	
1V 1130	1	2nd Stage Separator	FPSO-DR-F-0004		30000 bpd total liquid, 5 MMscfd of gas			1700	100	10	8250	2050					Horizontal		Three phase separation (Gas/Oil/Water) 5 Minutes residence time for oil section	
1 HX 1120 A/B	2	Crude Cooler	FPSO-DR-F-0004		Inlet capacity: 30,000 bpd total liquid, 5 MMscfd. Outlet temperature 50°C			1700	100	10										
System 33, Produced Water System																				
1 P 3340 A/B	2	Produced Water Booster pumps	FPSO-DR-F-0004		2 x 100% each 40m3/h Capacity 11500 bwpd (15% margin) to achieve oil in water quality < 40ppmv															
1 ME 3300	1	Produced Water Package	FPSO-DR-F-0010																	
1V 3310 A/B	2	Hydrocyclones	FPSO-DR-F-0010		Part of Produced Water Package			1000	100	10									Hydrocyclone units to have turndown of 10%	
1V 3330	1	Degasser	FPSO-DR-F-0010		Part of Produced Water Package			1000	100	10										
System 27, Gaslift Compression System																				
1 ME 2700	1	Gaslift Compressor Package	FPSO-DR-F-0005		2x50% each 7 MMscfd															
1 C 2715 A/B	2	Gaslift Compressors	FPSO-DR-F-0005		Part of Compressor package															
1 HX 2705 A/B	2	Inlet Air Cooler	FPSO-DR-F-0005		Part of Compressor package															
1 HX 2720 A/B	2	Interstage Air Cooler	FPSO-DR-F-0005		Part of Compressor package															
1 HX 2735 A/B	2	Outlet Air Cooler	FPSO-DR-F-0005		Part of Compressor package															
1V 2710 A/B	2	Inlet Scrubber	FPSO-DR-F-0005		Part of Compressor package															
1V 2725 A/B	2	Interstage Scrubber	FPSO-DR-F-0005		Part of Compressor package															
1V 2745 A/B	2	Discharge Scrubber	FPSO-DR-F-0005		Part of Compressor package															
System 36, Chemical Injection																				
1 ME 36 00	1	Chemical Injection Pump Skid	FPSO-DR-F-0013		Refer to Individual Items			17630	60	10	X	X	X	X	X	X				
1 TK 3410	1	Corrosion Inhibitor Tank (Oil)	FPSO-DR-F-0013		1 m3			Full Water + X	60	10	X	X	X	X	X	X				
1 TK 3430	1	Corrosion Inhibitor Tank (Gas)	FPSO-DR-F-0013		1 m3			Full Water + X	60	10	X	X	X	X	X	X				
1 TK 3450	1	Biocide Tank	FPSO-DR-F-0013		1 m3			Full Water + X	60	10	X	X	X	X	X	X				
1 TK 3470	1	Oxygen Scavenger Tank	FPSO-DR-F-0013		1 m3			Full Water + X	60	10	X	X	X	X	X	X				
1 TK 3610	1	Demulsifier Tank	FPSO-DR-F-0013		1 m3			Full Water + X	60	10	X	X	X	X	X	X				
1 TK 3630	1	Scale Inhibitor Tank	FPSO-DR-F-0013		1 m3			Full Water + X	60	10	X	X	X	X	X	X				
1 TK 3670	1	Pour Point Depressant Tank	FPSO-DR-F-0013		1 m3			Full Water + X	60	10	X	X	X	X	X	X				
1 TK 3615	1	Reverse Demulsifier	FPSO-DR-F-0013		1 m3			Full Water + X	60	10	X	X	X	X	X	X				
1 TK 3490	1	Antifoam Tank	FPSO-DR-F-0013		1 m3			Full Water + X	60	10	X	X	X	X	X	X				
1 TK 36xx	1	Future / Spare	FPSO-DR-F-0013		1 m3			Full Water + X	60	10	X	X	X	X	X	X				
1 P 3420 A/B	2	Corrosion Inhibitor Injection Pump (Oil)	FPSO-DR-F-0013		0.05 m3/d			ΔP = 9400 kPa	60	10										
1 P 3440 A/B	2	Corrosion Inhibitor Injection Pump (Gas)	FPSO-DR-F-0013		0.05 m3/d			ΔP = 9400 kPa	60	10										
1 P 3460 A/B	2	Biocide Injection Pump	FPSO-DR-F-0013		0.05 m3/d			ΔP = 9400 kPa	60	10										
1 P 3480 A/B	2	Oxygen Scavenger Injection Pump	FPSO-DR-F-0013		0.05 m3/d			ΔP = 9400 kPa	60	10										
1 P 3620 A/B	2	Demulsifier Injection Pump	FPSO-DR-F-0013		0.05 m3/d			ΔP = 9400 kPa	60	10									Part of Chemical Injection Package 1ME-3600 and all the pumps are air driven.	
1 P 3640 A/B	2	Scale Inhibitor Injection Pump	FPSO-DR-F-0013		0.05 m3/d			ΔP = 10100 kPa	60	10										
1 P 3680 A/B	2	Pour Point Depressant Injection Pump	FPSO-DR-F-0013		0.05 m3/d			ΔP = 9400 kPa	60	10										
1 P 3625 A/B	2	Reverse Demulsifier Pump	FPSO-DR-F-0013		0.05 m3/d			ΔP = 9400 kPa	60	10										
1 P 3490 A/B	2	Antifoam Injection Pump	FPSO-DR-F-0013		0.05 m3/d			ΔP = 9400 kPa	60	10										
1 P 36xx A/B	2	Future / Spare	FPSO-DR-F-0013		0.05 m3/d			ΔP = 9400 kPa	60	10										
System 40, Fuel Gas System																				
1V 4010	1	Fuel gas Knock Out Drum	FPSO-DR-F-0013		5.5 MMscfd			3500	120	-29		1400	3500	X	X	X	Vertical			
1V 4020	1	Fuel gas scrubber	FPSO-DR-F-0013		5.5 MMscfd			3500	120	-29		600	2500	X	X	X	Vertical			
1 E 4030	1	Fuel Gas Superheater	FPSO-DR-F-0013		5.5 MMscfd	130		3500	120	-29										
1F 4040 A/B	2	Fuel Gas filters	FPSO-DR-F-0013		5.5 MMscfd			3500	120	-29		300	1825				Vertical			
System 44, Diesel System																				
1TK 4400	1	Diesel Storage Tank	FPSO-DR-F-0018		154 m3 (to be confirmed)			1000	100	10									Part of Marine Systems	
1TK 4410	1	Crane Pedestal Storage Tank	FPSO-DR-F-00xx		33 m3 (to be confirmed)			1000	100	10										
1P 4420	1	Diesel Top up Pump	FPSO-DR-F-00xx		500 l/hr															
1P 4430 A/B	2	Diesel Transfer Pumps	FPSO-DR-F-0018		2x100% each 20 m3/hr			Δp to be confirmed	100	10										
1ME 4440	1	Diesel Fuel Coalescer / pump package	FPSO-DR-F-0018					1000	100	10										
1F 4450	1	Inlet Diesel Fuel Filter	FPSO-DR-F-0018		100m3/hr, 40micron			1000	100	10										
1F 4460 A/B	2	Outlet Diesel Fuel Coalescer Filter	FPSO-DR-F-0018		20 m3/hr, 5 micron each, removal of free water up to 10ppm			1000	100	10										
1ME 4470	1	Diesel Centrifuge Package	FPSO-DR-F-0018		2m3/hr			1000	100	10										
1V 4480	1	Diesel Fuel Accumulator	FPSO-DR-F-0018		20 seconds residence time at full flow			1000	100	10							Vertical			
System 47, Cooling Water System																				
1HX 4700 A/B	2	Seawater I Fresh Water exchanger	FPSO-DR-F-0016		Fresh Water outlet temp 35°C 2x100			1000	100	10				X	X	X				
1P 4710 A/B	2	Cooling Water Circulation Pumps	FPSO-DR-F-0016		2x100%			Δp to be confirmed	100	10				X	X	X				
1F 4720	1	Cooling Water Filter	FPSO-DR-F-0016		300 Micron			1000	100	10										

Equipment No.	Qty	Equipment / Component	PFD	Deck	Capacity	Est. Abs. Load (kW)	Power Installed (kW)	Design Conditions			Dimensions / Unit			Weight per unit			Orientation	Technical Requirement No.	By	Remarks
								Pressure (kPag)	Temp °C	Temp °C	Length (mm)	ID (mm)	Height (mm)	Dry (MT)	Operating (MT)	Hydro (MT)				
1V 4730	1	Cooling Water Expansion Tank	FPSO-DR-F-0016		0.5 minutes residence time at half full (NLL) or 2 times expansion volume which ever is larger			1000	100	10							Vertical			
1F 4740 A/B	2	Seawater Filters	FPSO-DR-F-00XX		2x100%			1000	100	10										
1ME 6500	1	Hypochlorinator package	FPSO-DR-F-00XX		4ppm equiv. Chlorine			1000	100	10							Vertical			
System 55 LP Flare system																				
1V 5500	1	LP Flare Scrubber	FPSO-DR-F-0015								2000	1200					Horizontal			
1E 5510	1	LP Flare Scrubber Heater	FPSO-DR-F-0015			40		700	100	10										
1ME 5520	1	LP Flare Tip	FPSO-DR-F-0015					700	100	10										
System 56 HP Flare system																				
1V 5600	1	HP Flare Scrubber	FPSO-DR-F-0015					1035	100	10	2000	1200					Horizontal			
1E 5610	1	HP Flare Scrubber Heater	FPSO-DR-F-0015			40		1035	100	10										Located in HP Flare Scrubber Vessel Boo
1ME 5620	1	HP Flare Tip	FPSO-DR-F-0015																	
1V 5650	1	Start-up / Pilot Purge Gas Pot	FPSO-DR-F-0015																	
1ME 5640 A/B	2	Propane Drum Skids	FPSO-DR-F-0015																	
System 49/50, Service Water and Wash Water																				
1TK 5500	1	Wash Water Tank	FPSO-DR-F-00XX		8m3 (to be confirmed)			1000	60	10										
1P 5010	1	Wash Water Pump	FPSO-DR-F-00XX		4.5 m3/hr (to be confirmed).			Δp 4000 kPa	60	10										
1E 5020	1	Wash Water Heater	FPSO-DR-F-00XX			150		1000	60	10										
1V 5030	1	Wash Water Heater vessel	FPSO-DR-F-00XX					1000	60	10										
1TK 5040	1	Hot Water Tank	FPSO-DR-F-00XX		5m3 (to be confirmed)			1000	60	10										
1E 5050	1	Hot Water Tank Heater	FPSO-DR-F-00XX					1000	60	10										
1F 4920 A/B	2	Service Water Filters	FPSO-DR-F-00XX		106 m3/hr (to be confirmed), 2x100% 98% removal of particles > 80 micron			1000	60	10										
1HR 50xx	x	Wash Water Hose Reel	FPSO-DR-F-00XX					1000	60	10										
System 52, Fire Water																				
1P 5200	1	Fire Water pump	FPSO-DR-F-0019		440 m3/hr (100%)			1970												
1P 5210	1	Fire Water pump	FPSO-DR-F-0019		440 m3/hr (100%)			1970												
1P 5220 A/B	2	Fire Water Jockey pump	FPSO-DR-F-0019		2x 100%			1970												
1MN 52xx	1	Fire Monitor	FPSO-DR-F-0019																	
System-60, Closed Drains																				
1V 6000	1	Closed Drain Vessel	FPSO-DR-F-0015					1000	100	10	6000	2200		X	X	X	Horizontal			Boot size* 670 (ID) x 750mm (L)
1E 6010	1	Closed Drain Vessel Heater	FPSO-DR-F-0015			40		1000	100	10	N/A	N/A	N/A	X	N/A	N/A				Located in Closed Drain Vessel Boot
1P 6020 A/B	2	Oil Transfer Pumps	FPSO-DR-F-0015					ΔP= 200kPa	100	10										
System-61, Open Drains																				
1V 6110	1	Open Drain Vessel	FPSO-DR-F-0020					1000	100	10	6000	2200		X	X	X	Horizontal			Boot size* 670 (ID) x 750mm (L)
1P 6120	1	Oil Transfer Pumps	FPSO-DR-F-0020					ΔP= 200kPa	100	10										
System-53/54, Instrument / Utility Air system																				
1ME 5400 A/B	2	Air Compressor Packages	FPSO-DR-F-0012					1375	150	0										Capacity to be confirmed during Detailed Engineering Design
1V 5410	1	Utility air receiver	FPSO-DR-F-0012					1375	90	10	1400	4200					Vertical			To be confirmed during Detailed Engineering Design based on utility air consumption
1V 5350	1	Instrument Air receiver	FPSO-DR-F-0012					1375	90	100	2000	6000					Vertical			To be confirmed during Detailed Engineering Design based on instrument air consumption
1ME 5300	1	Air Dryer Package	FPSO-DR-F-0012		2x 100%			1375	90	10										
System-51, Water Injection system																				
1P 5170 A/B	2	Water Injection Lift Pumps	FPSO-DR-F-0009		2x50% each 7,500 BWP															
1P 5110 A/B	2	Water Injection Booster Pumps	FPSO-DR-F-0009		2x50% each 7,500 BWP															
1P 5120 A/B	2	Main Water Injection Pumps	FPSO-DR-F-0009		2x50% each 7,500 BWP															
1F 5130 A/B/C	3	Fine Filters	FPSO-DR-F-0009		3x50% each 7,500 BWP															
1F 5140 A/B/C	3	Course Filters	FPSO-DR-F-0009		3x50% each 7,500 BWP															
1V 5150	1	Deaerator Vessel	FPSO-DR-F-0009		15,000BWP															
1ME 5160	1	Water Injection Vacuum Package	FPSO-DR-F-0009																	

5.3 Proses Produksi Minyak di Kapal FPSO

Platform dirancang untuk 9 (sembilan) buah slot konduktor dengan kemungkinan bertambah sampai 18 (delapan belas) *completion* (2 per slot) dan *flowlines* yang berhubungan. Produksi Minyak akan melalui manifold produksi yang dipasang dengan koneksi yang cukup untuk menerima tambahan *flowlines* dari sumur minyak masa depan yang dapat dikembangkan. Aliran sumur minyak mengalir dari manifold ke *header* produksi minyak dan masuk ke FPSO melalui selang fleksibel berukuran 10 inch.

Setiap *flowlines* akan terhubung dengan sebuah *test header* untuk melakukan pengujian sumur minyak melalui *test separator*. Test header akan mempunyai sambungan tambahan untuk menerima pengembangan sumur minyak di masa depan. Pengujian sumur minyak akan menjadi operasi secara manual.

Aliran fluida sumur minyak dari *Wellhead Platform* distabilisasikan pada *1st stage separator*. Aliran keluar minyak mentah yang distabilisasikan sebagian dari kapal kemudian dipanaskan melalui *heater* minyak mentah mengalir menuju *2nd stage separator* untuk stabilisasi akhir. Tekanan operasional dari *2nd stage separator* diatur untuk memenuhi spesifikasi minyak mentah yang diinginkan oleh Petronas. Minyak mentah yang distabilkan mengalir dari *2nd stage separator* ke tangki penyimpanan. Tangki penyimpanan akan dipanaskan bila perlu untuk memelihara kestabilan minyak mentah pada suhu diatas titik tuang. Minyak mentah yang distabilkan dari tangki penyimpanan akan dimuat ke kapal tanker melalui pompa distribusi dan sistem meteran distribusi.

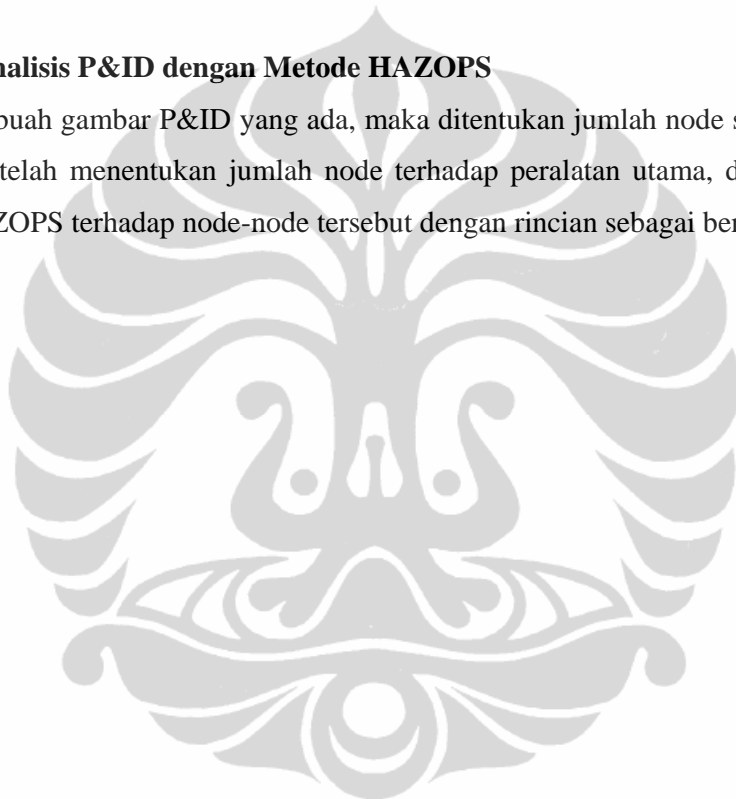
Gas yang dikeluarkan dari *1st stage separator* dikompresi melalui *gas lift compressor* dengan tekanan yang dibutuhkan untuk memasok *gaslift* ke FPSO. Gas yang dikompresi dikirim ke platform melalui selang fleksibel 3 inci dan mengalir ke *wellheads* individu melalui *gaslift header*. Bagian dari gas terkompresi digunakan sebagai pasokan bahan bakar gas untuk FPSO tersebut. Ada juga pengadaan untuk memungkinkan aliran gas langsung terkait dengan sistem bahan bakar gas tanpa kompresi dan jika tekanan operasi *1st stage separator* cukup tinggi untuk memenuhi kebutuhan tekanan sistem bahan bakar gas. Gas lebih dari *1st stage separator* akan mengalir ke sistem *flare* tekanan

tinggi. Jumlah kecil gas yang mengalir dari *2nd stage separator* akan mengalir langsung ke sistem *flare* tekanan rendah.

Air Diproduksi dari pemisah yang diperlakukan dalam sistem pengolahan air yang dihasilkan untuk mencapai minyak dalam kualitas air 40 ppmv diutamakan untuk membuang diatas kapal. Kualitas air yang tidak sesuai spesifikasi akan dialihkan ke *slop tank FPSO* untuk penyelesaian lebih lanjut.

5.4 Hasil Analisis P&ID dengan Metode HAZOPS

Dari 13 buah gambar P&ID yang ada, maka ditentukan jumlah node sebanyak 14 buah. Setelah menentukan jumlah node terhadap peralatan utama, dilakukan analisis HAZOPS terhadap node-node tersebut dengan rincian sebagai berikut :



Tabel 5.2 Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node 1st Stage Separator

HAZOP STUDY TITLE	: PETRONAS BUKIT TUA PROJECT	SHEET NO	:
DRAWING NO	: E06169-PD-001	DATE	:
TEAM COMPISITION	:	MEETING DATE	:

No.	Node (Deskripsi)	Parameter	GW	Deviasi	Causes	Dampak	Risk Rating					Category	Safeguard	Residual Risk Rating			Rekomendasi	Remarks	
							P	C	RR	P	C			RRR					
															M	A			L	R
1	First Stage Separator	Pressure	Less	Low Pressure	pipa inlet bocor	Tekanan 1st Separator Turun	2	0	1	0	1	2	Operability	PAL, PALL, PCV,LALL, LIC	1	1	1	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
					PSV mengalami kerusakan	fluida cair carry over ke HP flare	2	0	0	3	3	6	Hazard	PAL, PALL, PCV,LALL, LIC, drain to closed drain	1	3	3	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
					Pressure Control valve (PCV) gagal menutup.	fluida cair carry over ke HP flare	3	0	0	3	3	9	Hazard	PAL, PALL, PCV,LALL, LIC, drain to closed drain	1	3	3	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
					Upstream Line bocor	tidak ada pasokan gas untuk lifting (gas lift kompresor)	3	0	2	0	1	6	Operability	PAL, PALL, PCV,LALL, LIC	2	2	4	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
		More	High Pressure	PCV Gagal membuka	tidak sempurnanya separasi fluida	1st Separator Meledak	3	0	2	0	1	6	Operability	PAH, PAHH, PSV	1	2	2	Perlu dipasang rupture disc di 1st Separator, inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
							3	4	4	4	4	12	Hazard		2	4	8		
				Tekanan tinggi di upstream	tidak sempurnanya separasi fluida	1st Separator Meledak	3	0	2	0	1	6	Operability	PAH, PAHH, PSV	1	2	2	Perlu dipasang rupture disc di 1st Separator, inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
							3	4	4	4	4	12	Hazard		2	4	8		
				ada plugging di demister	tidak sempurnanya separasi fluida	1st Separator Meledak	3	0	2	0	1	6	Operability	PAH, PAHH, PSV	2	2	4	Perlu dipasang rupture disc di 1st Separator, inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
							3	4	4	4	4	12	Hazard		2	4	8		
				PSV gagal membuka	tidak sempurnanya separasi fluida	1st Separator Meledak	3	0	2	0	1	6	Operability	PAH, PAHH	3	2	6	Perlu dipasang rupture disc di 1st Separator, Inspeksi rutin PSV, dan inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
							3	4	4	4	4	12	Hazard	PAH, PAHH	3	4	12		

Tabel 5.2 (Sambungan)

HAZOP STUDY TITLE :	PETRONAS BUKIT TUA PROJECT	SHEET NO :	
DRAWING NO :	E06169-PD-002	REV NO :	
TEAM COMPISITION :		MEETING DATE :	

No.	Node (Deskripsi)	Parameter	GW	Deviasi	Causes	Dampak	Risk Rating					Category	Safeguard	Residual Risk Rating			Rekomendasi	Remarks	
							P	C			RR			P	C	RRR			
								M	A	L									R
1	First Stage Separator	Level	Less	Low Level	Level Control Valve Gagal Menutup	Gas Carry over ke outlet cairan dan menyebabkan tekanan tinggi di downstream	3	0	2	0	1	6	Operability	PAL, PALL,LALL, LIC, drain to closed drain	1	2	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
					pipa inlet bocor	Gas Carry over ke outlet cairan dan menyebabkan tekanan tinggi di downstream	2	0	2	0	1	4	Operability	PAL, PALL, LCV,LALL, LIC, drain to closed drain	1	2	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
			More	High Level	Aliran berlebih di upstream	cairan carry over ke HP Flare (high Level)	2	0	1	3	2	6	Hazard	PAL, PALL, LCV,LALL, LIC, drain to closed drain	1	3	3	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
					LCV fail to open	cairan carry over ke HP Flare (high Level)	3	0	1	3	2	9	Hazard	PAL, PALL,LALL, LIC, drain to closed drain	1	3	3	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
		Temperature	More	High Temperature	Temperatur tinggi di upstream	Expansi pada join atau flange	3	0	1	2	0	6	Hazard	Temperatur Indicator (TI)	2	2	4	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
					Plugging di line outlet cairan akibat Scale	cairan carry over ke HP Flare (high Level)	2	0	1	3	2	6	Hazard	PAL, PALL, LCV,LALL, LIC, drain to closed drain	1	3	3	Pasang nipple pada drain pipe untuk back wash pada saat drain buntu dan Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	

Tabel 5.3 Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node 2nd Stage Separator

HAZOP STUDY TITLE :	PETRONAS BUKIT TUA	SHEET NO :	
DRAWING NO :	E06169-PD-003	DATE :	
TEAM COMPISITION :		MEETING DATE :	

No.	Node (Deskripsi)	Parameter	GW	Deviasi	Causes	Dampak	Risk Rating					Category	Safeguard	Residual Risk Rating			Rekomendasi	Remarks		
							P	C			RR			P	C	RRR				
								M	A	L									R	
2	2nd Stage Separator	Pressure	Less	Low Pressure	pipa inlet bocor	Tekanan 2nd Separator Turun	2	0	1	0	1	2	Operability	PAL, PALL, PCV,LALL, LIC	1	1	1	Inspeksi rutin dan pemeliharaan secara berkala		
					PSV Rusak dan Terbuka	Tekanan 2nd Separator Turun	2	0	1	0	1	2	Operability	PAL, PALL, PCV,LALL, LIC	1	1	1	Inspeksi rutin dan pemeliharaan secara berkala		
						cairan carry over ke HP Flare (high Level)	2	0	0	3	3	6	Hazard	PAL, PALL, PCV,LALL, LIC, drain to closed drain	1	3	3	Inspeksi rutin manual valve untuk operasi tutup dan pemeliharaan secara berkala		
			More	High Pressure	PCV Gagal membuka	tidak sempurna separasi fluida	2nd Separator Meledak	3	0	2	0	1	6	Operability	PAH, PAHH, PSV	1	2	2	Perlu dipasang rupture disc di 2nd Separator	
						3	4	4	4	4	12	Hazard	PAH, PAHH, PSV	2	4	8				
					Tekanan tinggi di upstream	tidak sempurna separasi fluida	2nd Separator Meledak	3	0	2	0	1	6	Operability	PAH, PAHH, PSV	1	2	2	Perlu dipasang rupture disc di 2nd Separator	
		3				4	4	4	4	12	Hazard	PAH, PAHH, PSV	2	4	8					
		ada plugging di demister			tidak sempurna separasi fluida	2nd Separator Meledak	2	0	2	0	1	4	Operability	PAH, PAHH, PSV	1	2	2	Perlu dipasang rupture disc di 2nd Separator		
					2	4	4	4	4	8	Hazard	PAH, PAHH, PSV	1	4	4					
		PSV gagal membuka	tidak sempurna separasi fluida	2nd Separator Meledak	3	0	2	0	1	6	Operability	PAH, PAHH	3	2	6	Perlu dipasang rupture disc di 2nd Separator, Inspeksi rutin PSV				
			3	4	4	4	4	12	Hazard	PAH, PAHH	3	4	12							
		Level	Less	Low Level	pipa inlet bocor	Gas Carry over ke outlet cairan dan menyebabkan tekanan tinggi di downstream		2	0	2	0	1	4	Operability	PAL, PALL, LCV,LALL, LIC, drain to closed drain	1	2	2	Pemeliharaan rutin dan Inspeksi pipa inlet separator	
						Aliran berlebih di upstream	cairan carry over ke HP Flare (high Level)	2	0	1	3	2	6	Hazard	PAL, PALL, LCV,LALL, LIC, drain to closed drain	1	3	3	Inspeksi rutin dan pemeliharaan secara berkala	
							cairan carry over ke HP Flare (high Level)	3	0	1	3	2	9	Hazard	PAL, PALL,LALL, LIC, drain to closed drain	1	3	3	Inspeksi rutin dan pemeliharaan secara berkala	
			More	High Level	Plugging di line outlet cairan akibat Scale	cairan carry over ke HP Flare (high Level)		2	0	1	3	2	6	Hazard	PAL, PALL, LCV,LALL, LIC, drain to closed drain	1	3	3	Inspeksi rutin dan pemeliharaan secara berkala	
Temperatur	More	High Temperature	Temperatur tinggi di upstream	Expansi pada join atau flange		3	0	1	2	0	6	Hazard	Temperatur Indicator (TI)	2	2	4	Inspeksi rutin dan pemeliharaan secara berkala			

Tabel 5.4 Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node Produced Water Pump

HAZOP STUDY TITLE	: PETRONAS BUKIT TUA	SHEET NO	:
DRAWING NO	: E06169-PD-004	REV NO	:
TEAM COMPISITION	:	DATE	:
		MEETING DATE	:

No.	Node (Deskripsi)	Parameter	GW	Deviasi	Causes	Dampak	Risk Rating					Category	Safeguard	Residual Risk Rating			Rekomendasi	Remarks	
							P	M	A	L	R			RR	P	C			RRR
3	Produced Water Pumps	Pressure	More	High Pressure	Overspeed pada driver pompa	Seal pompa/ casing pecah	3	0	1	1	0	3	Operability	PAH, Shutdown valve	1	1	1	inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
					Discharge valve gagal membuka	Impeller pompa rusak, hose discharge bocor	3	0	2	1	0	6	Operability	PAH, Shutdown valve	1	2	2	inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
		Other than	Cavitation	Gas terjebak dalam cairan	Vibrasi dan kerusakan pompa	3	0	1	0	0	3	Operability	Top Venting	1	1	1	Uji fungsi pompa secara rutin		
		Other than	Leakage	Kerusakan Seal atau Packing	Pencemaran air limbah terproduksi	2	0	1	2	0	4	Operability	Saluran ke closed drain	1	2	2	inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala		
				Material Fatigue atau overstressed	Pencemaran air limbah terproduksi	2	0	1	2	0	4	Operability	Saluran ke closed drain	1	2	2	inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala		

Tabel 5.5 Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node Produced Recycle Pump

HAZOP STUDY TITLE	: PETRONAS BUKIT TUA	SHEET NO	:
DRAWING NO	: E06169-PD-004	REV NO	:
TEAM COMPISITION	:	DATE	:
		MEETING DATE	:

No.	Node (Deskripsi)	Parameter	GW	Deviasi	Causes	Dampak	Risk Rating					Category	Safeguard	Residual Risk Rating			Rekomendasi	Remarks	
							P	M	A	L	R			RR	P	C			RRR
4	Produced Recycle Pumps	Pressure	More	High Pressure	Overspeed pada driver pompa	Seal pompa/ casing pecah	3	0	1	1	0	3	Operability	PAH, Shutdown valve	1	1	1	inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
					Discharge valve gagal membuka	Impeller pompa rusak, hose discharge bocor	3	0	2	1	0	6	Operability	PAH, Shutdown valve	1	2	2	inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
		Other than	Cavitation	Gas terjebak dalam cairan	Vibrasi dan kerusakan pompa	3	0	1	0	0	3	Operability	Top Venting	1	1	1	Uji fungsi pompa secara rutin		
				Kerusakan Seal atau Packing	Pencemaran air limbah terproduksi	2	0	1	2	0	4	Operability	Saluran ke closed drain	1	2	2	inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala		
		Other than	Leakage	Material Fatigue atau overstressed	Pencemaran air limbah terproduksi	2	0	1	2	0	4	Operability	Saluran ke closed drain	1	2	2	inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala		

Tabel 5.6 Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node De-Oiling Hydrocyclone

HAZOP STUDY TITLE :	PETRONAS BUKIT TUA	SHEET NO :	
DRAWING NO :	E06169-PD-005	REV NO :	
TEAM COMPOSITION :		DATE :	
		MEETING DATE :	

No.	Node (Deskripsi)	Parameter	GW	Deviasi	Causes	Dampak	Risk Rating				Category	Safeguard	Residual Risk Rating			Rekomendasi	Remarks		
							P	C	RR				P	C	RRR				
5	De-Oiling Hydrocyclone	Pressure	Less	Low Pressure	water produced pump rusak	Tekanan hydrocyclone turun	2	0	1	0	0	2	Operability	Pressure Indicator dan PCV	1	1	1	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
					PSV Rusak dan Terbuka	Tekanan hydrocyclone turun	2	0	1	0	0	2	Operability	Pressure Indicator dan PCV	1	1	1	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
						cairan carry over ke HP Flare (high Level)	2	0	0	3	3	6	Hazard	Pressure Indicator dan PCV	1	3	3	Inspeksi rutin manual valve untuk operasi tutup	
			More	High Pressure	Tekanan tinggi dari pompa	tidak sempurnanya separasi fluida	2	0	2	0	1	4	Operability	PDAH, PSV	1	2	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
						Tekanan hydrocyclone meledak	1	3	3	1	3	3	Hazard	PDAH, PSV	1	3	3	Perlu dipasang rupture disc di De oiling Hydrocyclone dan inspeksi dan pemeliharaan secara berkala	
					PSV gagal membuka	tidak sempurnanya separasi fluida	2	0	2	0	1	4	Operability	PDAH	1	1	1	Perlu dipasang rupture disc di De oiling Hydrocyclone dan inspeksi dan pemeliharaan secara berkala, Inspeksi rutin PSV	
		Tekanan hydrocyclone meledak	1	3		3	1	3	3	Hazard	PDAH	1	3	3					
		Level	More	High Level	Aliran berlebih dari pompa	cairan carry over ke HP Flare (high Level)	2	0	0	3	3	6	Hazard	LCV, drain to closed drain	1	3	3	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
						cairan carry over ke HP Flare (high Level)	2	0	0	3	3	6	Hazard	drain to closed drain	1	3	3	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
					Plugging di line outlet cairan akibat Scale	cairan carry over ke HP Flare (high Level)	1	0	0	3	3	3	Hazard	LCV, drain to closed drain	1	3	3	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	

Tabel 5.7 Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node Degasser Vessel

HAZOP STUDY TITLE	PETRONAS BUKIT TUA		SHEET NO	
DRAWING NO	E06169-PD-006	REV NO	DATE	
TEAM COMPOSITION			MEETING DATE	

No.	Node (Deskripsi)	Parameter	GW	Deviasi	Causes	Dampak	Risk Rating				Category	Safeguard	Residual Risk Rating			Rekomendasi	Remarks			
							P	M	A	L			R	RR	P			C	RRR	
6	Degasser Vessel	Pressure	More	High Pressure	Less Low Pressure	pipa inlet bocor	Tekanan Degasser Turun	2	0	1	0	1	2	Operability	Pressure Indicator	2	1	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
								3	0	2	0	1	6	Operability	Pressure Indicator (PI), PAH	1	2	2	Pasang PSV dan Rupture Disc, Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
																				2
								3	0	2	0	1	6	Operability	Pressure Indicator (PI), PAH	1	2	2	Pasang PSV dan Rupture Disc, Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
																				2
								3	0	2	0	1	6	Operability	Pressure Indicator (PI), PAH	1	2	2	Pasang PSV dan Rupture Disc, Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
																				2
								3	0	2	0	1	6	Operability	Pressure Indicator (PI), PAH	1	2	2	Pasang PSV dan Rupture Disc, Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
																				2
								3	0	2	0	1	6	Operability	LCV, LALL	1	2	2	Inspeksi dan pemeliharaan pipa rutin secara berkala	
2	0	0	2	1	4	Hazard	LCV,LAHH, LIC, drain to closed drain													1	2	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
								3	0	0	2	1	6	Hazard	LCV,LAHH, LIC, drain to closed drain	1	2	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
2	0	0	2	1	4	Hazard	LCV,LAHH, LIC, drain to closed drain													1	2	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala

Tabel 5.8 Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node HP Flare Knock Out Drum

HAZOP STUDY TITLE	: PETRONAS BUKIT TUA	SHEET NO	:
DRAWING NO	: E06169-PD-007	REV NO	:
TEAM COMPOSITION	:	DATE	:
		MEETING DATE	:

No.	Node (Deskripsi)	Parameter	GW	Deviasi	Causes	Dampak	Risk Rating				Category	Safeguard	Residual Risk Rating			Rekomendasi	Remarks	
							P	M	A	L			R	RR	P			C	RRR
7	HP Flare Knock Out Drum	Pressure	Less	Low Pressure	pipa inlet bocor	Tekanan KO Drum turun	2	0	1	0	1	2	Operability	PI	2	1	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
							2	0	2	0	1	4	Operability	PI	2	2	4	Pasang PSV dan Rupture Disc, Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
			More	High Pressure	Tekanan tinggi dari HP header flare	tidak sempurnanya separasi fluida KO Drum meledak	1	3	3	1	3	3	Hazard	PI	1	3	3	Pasang PSV dan Rupture Disc, Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
							1	0	2	0	1	2	Operability	PAH, PAHH.	1	2	2	Pasang PSV dan Rupture Disc, Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
		Level	Less	Low Level	pipa inlet bocor	Gas Carry over ke outlet cairan dan menyebabkan tekanan tinggi di downstream	2	0	2	0	1	4	Operability	LAL, LIC	1	2	2	Pemeliharaan rutin dan Inspeksi pipa inlet separator
							2	0	0	3	3	6	Hazard	LAH, LIC, drain to closed drain	1	3	3	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
			More	High Level	Aliran berlebih dari header flare	cairan carry over ke HP Flare (high Level)	2	0	0	3	3	6	Hazard	LAH, LIC, drain to closed drain	1	2	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
							2	0	0	3	3	6	Hazard	LAH, LIC, drain to closed drain	1	2	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
Temperatur	More	High Temperature	Temperatur tinggi di upstream	Expansi pada join atau flange	2	0	1	2	0	4	Hazard		2	2	4	Perlu dipasang Temperatur Indicator, Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala		

Tabel 5.9 Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node LP Flare Knock Out Drum

HAZOP STUDY TITLE :	PETRONAS BUKIT TUA	SHEET NO :	
DRAWING NO :	E06169-PD-008	DATE :	
TEAM COMPISITION :		MEETING DATE :	

No.	Node (Deskripsi)	Parameter	GW	Deviasi	Causes	Dampak	Risk Rating					Category	Safeguard	Residual Risk Rating			Rekomendasi	Remarks	
							P	C			RR			P	C	RRR			
								M	A	L									R
8	LP Flare Knock Out Drum	Pressure	Less	Low Pressure	pipa inlet bocor	Tekanan KO Drum turun	2	0	1	0	1	2	Operability	PI	2	1	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
							2	0	2	0	1	4	Operability	PI	2	2	4	Pasang PSV dan Rupture Disc, Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
			More	High Pressure	Tekanan tinggi dari header LP flare	tidak sempurnanya separasi fluida KO Drum meledak	1	3	3	1	3	3	Hazard	PI	1	3	3	Pasang PSV dan Rupture Disc, Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
							1	0	2	0	1	2	Operability	PAH, PAHH.	1	2	2	Pasang PSV dan Rupture Disc, Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
		Less	Low Level	pipa inlet bocor	Gas Carry over ke outlet cairan dan menyebabkan tekanan tinggi di downstream	2	0	2	0	1	4	Operability	LAL, LIC	1	2	2	Pemeliharaan rutin dan Inspeksi pipa inlet separator		
						2	0	0	2	1	4	Hazard	LAH, LIC, drain to closed drain	1	2	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala		
		More	High Level	Aliran berlebih dari header flare	cairan carry over ke LP Flare (high Level)	2	0	0	2	1	4	Hazard	LAH, LIC, drain to closed drain	1	2	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala		
						2	0	0	2	1	4	Hazard	LAH, LIC, drain to closed drain	1	2	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala		
		More	High Temperature	Temperatur tinggi di upstream	Expansi pada join atau flange	2	0	1	2	0	4	Hazard		2	2	4	Perlu dipasang Temperatur Indicator, Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala		
						2	0	1	2	0	4	Hazard		2	2	4	Perlu dipasang Temperatur Indicator, Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala		

Tabel 5.10 Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node Closed Drain Vessel

HAZOP STUDY TITLE	: PETRONAS BUKIT TUA	SHEET NO	:
DRAWING NO	: E06169-PD-009	REV NO	:
TEAM COMPISITION	:	MEETING DATE	:

No.	Node (Deskripsi)	Parameter	GW	Deviasi	Causes	Dampak	Risk Rating					Category	Safeguard	Residual Risk Rating			Rekomendasi	Remarks	
							P	C			RR			P	C	RRR			
								M	A	L									R
9	Closed Drain Vessel	Pressure	Less	Low Pressure	pipa inlet bocor	Tekanan closed drain vessel turun	2	0	1	0	1	2	Operability	PI	2	1	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
						Tekanan tinggi dari header	2	0	2	0	1	4	Operability	PI	2	2	4	Pasang PSV dan Rupture Disc, Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
			More	High Pressure	Closed drain vessel meledak	1	3	3	1	3	3	Hazard	PI	1	3	3			
					Outlet ke flare plugging	1	0	2	0	1	2	Operability	PI	1	2	2	Pasang PSV dan Rupture Disc, Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala		
		Level	Less	Low Level	pipa inlet bocor	Gas Carry over ke outlet cairan dan menyebabkan tekanan tinggi di downstream	2	0	2	0	1	4	Operability	LAL, LIC	1	2	2	Pemeliharaan rutin dan Inspeksi pipa inlet separator	
						Aliran berlebih dari header flare	2	0	0	2	1	4	Hazard	LAH, LIC, drain to slop tank	1	2	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
			More	High Level	Plugging di line outlet cairan akibat Scale	cairan carry over ke LP Flare (high Level)	2	0	0	2	1	4	Hazard	LAH, LIC, drain to slop tank	1	2	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
						cairan carry over ke LP Flare (high Level)	2	0	0	2	1	4	Hazard	LAH, LIC, drain to slop tank	1	2	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	

Tabel 5.11 Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node Condensate Return Pump

HAZOP STUDY TITLE	: PETRONAS BUKIT TUA	SHEET NO	:
DRAWING NO	: E06169-PD-009	DATE	:
REV NO	:	MEETING DATE	:
TEAM COMPISITION	:		

No.	Node (Deskripsi)	Parameter	GW	Deviasi	Causes	Dampak	Risk Rating					Category	Safeguard	Residual Risk Rating			Rekomendasi	Remarks	
							P	M	A	L	R			RR	P	C			RRR
10	Condensate Return Pumps	Pressure	More	High Pressure	Overspeed pada driver pompa	Seal pompa/ casing pecah	3	0	1	1	0	3	Operability	PAH, Shutdown valve	1	1	1	inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
					Discharge valve gagal membuka	Impeller pompa rusak, hose discharge bocor	3	0	2	1	0	6	Operability	PAH, Shutdown valve	1	2	2	inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
			Other than	Cavitation	Gas terjebak dalam cairan	Vibrasi dan kerusakan pompa	3	0	1	0	0	3	Operability	Top Venting	1	1	1	Uji fungsi pompa secara rutin	
			Other than	Leakage	Kerusakan Seal atau Packing	Pencemaran air limbah terproduksi	2	0	1	2	0	4	Operability	Saluran ke closed drain	1	2	2	inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
		Material Fatigue atau overstressed			Pencemaran air limbah terproduksi	2	0	1	2	0	4	Operability	Saluran ke closed drain	1	2	2	inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala		

Tabel 5.12 Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node Fuel Gas Knock Out Drum

HAZOP STUDY TITLE	: PETRONAS BUKIT TUA	SHEET NO	:
DRAWING NO	: E06169-PD-010	REV NO	:
TEAM COMPISITION	:	MEETING DATE	:

No.	Node (Deskripsi)	Parameter	GW	Deviasi	Causes	Dampak	Risk Rating					Category	Safeguard	Residual Risk Rating			Rekomendasi	Remarks	
							P	C			RR			P	C	RRR			
								M	A	L									R
11	Fuel Gas Knock Out Drum	Pressure	Less	Low Pressure	Valve menuju PT rusak terbuka	cairan carry over ke scrubber	2	0	2	0	1	4	Operability	LG, LCV	1	2	2	Inspeksi valve rutin	
					Upstream Line bocor	kehilangan fuel	2	0	2	0	1	4	Operability	LG	2	2	4	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
			More	High Pressure	Outlet gas KO drum plugging	Separasi fluida tidak sempurna	1	0	2	0	1	2	Operability	PAH	1	2	2	Pasang PSV dan Rupture Disc, Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
						KO drum meledak	2	4	4	4	4	8	Hazard	PAH	2	4	8		
						Tekanan tinggi dari upstream	Separasi fluida tidak sempurna	1	0	2	0	1	2	Operability	PAH	1	2	2	Pasang PSV dan Rupture Disc, Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
							KO drum meledak	2	4	4	4	4	8	Hazard	PAH	2	4	8	
		Less	Low Level	LCV gagal menutup	Gas Carry over ke outlet cairan dan menyebabkan tekanan tinggi di downstream	3	0	2	0	1	6	Operability	LG	3	2	6	Pemeriksaan rutin dan inspeksi		
				Upstream Line bocor	Gas Carry over ke outlet cairan dan menyebabkan tekanan tinggi di downstream	3	0	2	0	1	6	Operability	LG	3	2	6	Pemeriksaan rutin dan inspeksi		
		More	High Level	Flow berlebih dari upstream	Cairan carry over ke gas line.	3	0	2	0	1	6	Operability	LG, LCV	1	2	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala		
				LCV Gagal Membuka	Cairan carry over ke gas line.	3	0	1	0	1	3	Operability	LG, LCV	1	1	1	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala		
				Plugging di line outlet KO drum	cairan carry over ke scrubber	2	0	2	0	1	4	Operability	LG, LCV	1	2	2	Inspeksi valve rutin		
Temperature	More	High Temperature	High Temperature di upstream	Expansi pada join atau flange	2	0	1	2	0	4	Hazard	Temperatur Indicator (TI)	2	2	4	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala			

Tabel 5.13 Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node Fuel Gas Scrubber

HAZOP STUDY TITLE	: PETRONAS BUKIT TUA	SHEET NO	:
DRAWING NO	: E06169-PD-010	DATE	:
TEAM COMPISITION	:	MEETING DATE	:

No.	Node (Deskripsi)	Parameter	GW	Deviasi	Causes	Dampak	Risk Rating					Category	Safeguard	Residual Risk Rating			Rekomendasi	Remarks	
							P	C			RR			P	C	RRR			
								M	A	L									R
12	Fuel Gas Scrubber	Pressure	Less	Low Pressure	PSV rusak terbuka	Fluida langsung carry over ke Flare dan fuel gas superheater	2	0	2	2	1	4	Hazard	LG,LAH, LC, LCV	1	2	2	Inspeksi valve rutin	
					Upstream Line bocor	Kehilangan fuel	2	0	2	0	1	4	Operability	LG, LC, LCV	2	2	4	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
		More	High Pressure	Demister mengalami Plugging	Separasi fluida tidak sempurna	1	0	2	0	1	2	Operability	PSV, PI	1	2	2	Pasang Rupture Disc, inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala		
				Fuel Gas Scrubber meledak		2	4	4	4	4	8	Hazard	PSV, PI	1	4	4			
		More	High Pressure	Kegagalan PSV membuka	Separasi fluida tidak sempurna	1	0	2	0	1	2	Operability	PI	1	2	2	Pasang Rupture Disc dan inspeksi PSV, inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala		
				Fuel Gas Scrubber meledak		3	4	4	4	4	12	Hazard	PI	3	4	12			
		Less	Low Level	LCV gagal menutup	Gas Carry over ke outlet cairan dan menyebabkan tekanan tinggi di downstream	3	0	2	0	1	6	Operability	LG, LC	3	2	6	Pemeriksaan rutin dan inspeksi		
				Upstream Line bocor	Gas Carry over ke outlet cairan dan menyebabkan tekanan tinggi di downstream	3	0	2	0	1	6	Operability	LG, LC, LCV	3	2	6	Pemeriksaan rutin dan inspeksi		
		More	High Level	Flow berlebih dari upstream	Cairan carry over ke gas line.	3	0	2	0	1	6	Operability	LG, LCV	1	2	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala		
				LCV Gagal Membuka	Cairan carry over ke gas line.	3	0	1	0	1	3	Operability	LG, LCV	1	1	1	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala		
Plugging di line scrubber	cairan carry over ke scrubber			2	0	2	0	1	4	Operability	LG, LCV	1	2	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala				

Tabel 5.14 Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node Fuel Gas Filter Coalester

HAZOP STUDY TITLE	: PETRONAS BUKIT TUA	SHEET NO	:
DRAWING NO	: E06169-PD-011	REV NO	:
TEAM COMPISITION	:	MEETING DATE	:

No.	Node (Deskripsi)	Parameter	GW	Deviasi	Causes	Dampak	Risk Rating					Category	Safeguard	Residual Risk Rating			Rekomendasi	Remarks
							P	C	RR	P	C			RRR				
							M	A	L	R								
13	Fuel Gas Filter Coalester	Pressure	Less	Low Pressure	PSV rusak terbuka	Fluida langsung carry over ke Flare dan ke distribusi	2	0	1	2	1	2	Hazard	LG,LLCAH, LZAHH, LCV	1	2	2	Inspeksi valve rutin
					Upstream Line bocor	Kehilangan fuel	2	0	2	0	1	4	Operability	LG,LLCAH, LZAHH, LCV	2	2	4	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
			More	High Pressure	Filter mengalami plugging	Separasi fluida tidak sempurna	1	0	2	0	1	2	Operability	PSV, PI	1	2	2	Pasang Rupture Disc, inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
					Fuel Gas filter meledak	Fuel Gas filter meledak	2	4	4	4	4	8	Hazard	PSV, PI	1	4	4	Pasang Rupture Disc, inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
					Kegagalan PSV membuka	Separasi fluida tidak sempurna	1	0	2	0	1	2	Operability	PI	1	2	2	Pasang Rupture Disc, inspeksi PSV, inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
					Fuel Gas filter meledak	Fuel Gas filter meledak	3	4	4	4	4	12	Hazard	PI	3	4	12	
		Level	Less	Low Level	LCV gagal menutup	Gas Carry over ke outlet cairan dan menyebabkan tekanan tinggi di downstream	3	0	2	0	1	6	Operability	LG,LLCAL, LZALL,	3	2	6	Pemeriksaan rutin dan inspeksi
					Upstream Line bocor	Gas Carry over ke outlet cairan dan menyebabkan tekanan tinggi di downstream	3	0	2	0	1	6	Operability	LG,LLCAL, LZALL, LCV	1	2	2	Pemeriksaan rutin dan inspeksi
			More	High Level	Flow berlebih dari upstream	Cairan carry over ke gas line.	3	0	2	0	1	3	Operability	LG,LLCAH, LZAHH, LCV	1	2	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
					LCV Gagal Membuka	Cairan carry over ke gas line.	3	0	1	0	1	3	Operability	LG,LLCAH, LZAHH	1	1	1	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
			Plugging di line outlet gas filter	cairan carry over ke flare	2	0	2	2	1	4	Hazard	LG,LLCAH, LZAHH, LCV	1	2	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala		

Tabel 5.15 Hasil Analisis Risiko P&ID Proses Produksi Node Fuel Gas Superheater

HAZOP STUDY TITLE	: PETRONAS BUKIT TUA	SHEET NO	:
DRAWING NO	: E06169-PD-012	REV NO	:
TEAM COMPISITION	:	MEETING DATE	:

No.	Node (Deskripsi)	Parameter	GW	Deviasi	Causes	Dampak	Risk Rating					Category	Safeguard	Residual Risk Rating			Rekomendasi	Remarks	
							P	C			RR			P	C	RRR			
							M	A	L	R									
14	Fuel Gas Superheater	Temperature	Less	Low Temperature	Over flow dari upstream	Proses pemanasan fuel tidak sempurna	2	0	2	0	0	4	Operability	TALL	1	2	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	
		Temperature	More	High Temperature	Kekurangan flow dari upstream	Proses pemanasan fuel tidak sempurna	2	0	2	0	0	4	Operability	TAHH, TZAHH, SDV	1	2	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala	

5.5 Hasil Identifikasi Bahaya

Hasil dari dilakukannya suatu analisis HAZOPS terhadap node-node yang ditentukan pada 13 buah gambar, maka didapat suatu hasil identifikasi sebagai berikut :

- Pada Node 1 *First Stage Separator* teridentifikasi 5 (lima) deviasi kritis yaitu *low pressure, high pressure, low level, high level, dan high temperature*; 14 (empat belas) *causes*, dan 9 (sembilan) dampak.
- Pada Node 2 *Second Stage Separator* teridentifikasi 5 (lima) deviasi kritis yaitu *low pressure, high pressure, low level, high level, dan high temperature*; 11 (sebelas) *causes*, dan 7 (tujuh) dampak.
- Pada Node 3 *Produced Water Pump* teridentifikasi 3 (tiga) deviasi kritis yaitu *high pressure, cavitation, dan leakage*; 5 (lima) *causes*, dan 4 (empat) dampak.
- Pada Node 4 *Produced Recycle Pumps* teridentifikasi 3 (tiga) deviasi kritis yaitu *high pressure, cavitation, dan leakage*; 5 (lima) *causes*, dan 4 (empat) dampak.
- Pada Node 5 *De-Oiling Hydrocyclone* teridentifikasi 3 (tiga) deviasi kritis yaitu *low pressure, high pressure, dan high level*; 7 (tujuh) *causes*, dan 5 (lima) dampak.
- Pada Node 6 *Degasser Vessel* teridentifikasi 4 (empat) deviasi kritis yaitu *low pressure, high pressure, low level, dan high level*; 8 (delapan) *causes*, dan 5 (lima) dampak.
- Pada Node 7 *HP Flare Knock Out Drum* teridentifikasi 5 (lima) deviasi kritis yaitu *low pressure, high pressure, low level, high level, dan high temperature*; 7 (tujuh) *causes*, dan 6 (enam) dampak.
- Pada Node 8 *LP Flare Knock Out Drum* teridentifikasi 5 (lima) deviasi kritis yaitu *low pressure, high pressure, low level, high level, dan high temperature*; 7 (tujuh) *causes*, dan 6 (enam) dampak.

- Pada Node 9 *Closed Drain Vessel* teridentifikasi 4 (empat) deviasi kritis yaitu *low pressure*, *high pressure*, *low level*, dan *high level*; 6 (enam) *causes*, dan 5 (lima) dampak.
- Pada Node 10 *Condensate Return Pumps* teridentifikasi 3 (tiga) deviasi kritis yaitu *high pressure*, *cavitation*, dan *leakage*; 5 (lima) *causes*, dan 4 (empat) dampak.
- Pada Node 11 *Fuel Gas Knock Out Drum* teridentifikasi 5 (lima) deviasi kritis yaitu *low pressure*, *high pressure*, *low level*, *high level*, dan *high temperature*; 10 (sepuluh) *causes*, dan 8 (delapan) dampak.
- Pada Node 12 *Fuel Gas Scrubber* teridentifikasi 4 (empat) deviasi kritis yaitu *low pressure*, *high pressure*, *low level*, dan *high level*, dan *high temperature*; 9 (sembilan) *causes*, dan 7 (tujuh) dampak.
- Pada Node 13 *Fuel Gas Filter Coalester* teridentifikasi 4 (empat) deviasi kritis yaitu *low pressure*, *high pressure*, *low level*, dan *high level*, dan *high temperature*; 9 (sembilan) *causes*, dan 7 (tujuh) dampak.
- Pada Node 14 *Fuel Gas Superheater* teridentifikasi 2 (dua) deviasi kritis yaitu *low pressure*, dan *high pressure*; 2 (dua) *causes*, dan 1 (satu) dampak.

5.6 Ringkasan Hasil Analisis Risiko dengan Metode HAZOPS

Analisis HAZOPS yang dilakukan mendapatkan 2 (dua) jenis nilai risiko, yaitu *risk rating* dan *residual risk rating*. *Risk rating* adalah penilaian risiko yang dilakukan pada awal sebelum *safeguard* teridentifikasi. Sedangkan *residual risk rating* adalah penilaian risiko yang dilakukan setelah *safeguard* teridentifikasi. Jika tidak ada/kurangnya kemampuan *safeguard* dalam mengurangi risiko yang dihasilkan, maka nilai *risk rating* sama dengan nilai *residual risk rating*.

Pada HAZOPS, nilai risiko dalam penelitian ini dihasilkan dari perkalian antara *probability* dengan *consequences* yang disebabkan oleh *cause* pada masing-masing deviasi di setiap node yang ada.

Adapun hasil analisis risiko berdasarkan nilai risiko yang tinggi yang diambil dari setiap node adalah sebagai berikut :

Tabel 5.16 Ringkasan Hasil Analisis Risiko Setiap Node dari Nilai Tertinggi

No	Node (Deskripsi)	RR	Safeguard	RRR	Rekomendasi
1.	1st Stage Separator	12	PAH, PAHH, PSV	8	Perlu dipasang rupture disc di 1st Separator, inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
		12	PAH, PAHH	12	Perlu dipasang rupture disc di 1st Separator, Inspeksi rutin PSV, dan inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
2.	2nd Stage Separator	12	PAH, PAHH, PSV	8	Perlu dipasang rupture disc di 2nd stage separator
		12	PAH, PAHH	12	Perlu dipasang rupture disc di 2nd Separator, Inspeksi rutin PSV
3.	Produced Water Pumps	6	PAH, Shutdown Valve	2	inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
4.	Produced Recycle Pump	6	PAH, Shutdown Valve	2	inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
5.	De-Oiling Hydrocyclone	6	Pressure Indicator dan PCV	3	Inspeksi rutin manual valve untuk operasi tutup
		6	LCV, drain to closed drain	3	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
		6	drain to closed drain	3	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
6.	Degasser Vessel	6	Pressure Indicator (PI), PAH	2	Pasang PSV dan Rupture Disc, Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala

Tabel 5.16 (Sambungan)

No	Node (Deskripsi)	RR	Safeguard	RRR	Rekomendasi
		6	Pressure Indicator (PI), PAH	6	Pasang PSV dan Rupture Disc, Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
		6	LCV, LALL	2	Inspeksi dan pemeliharaan pipa rutin secara berkala
		6	LCV, LAHH, LIC, drain to closed drain	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
7.	HP Flare Knock Out Drum	6	LAL, LIC, drain to closed drain	3	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
		6	LAL, LIC, drain to closed drain	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
8.	LP Flare Knock Out Drum	4	LAL, LIC	2	Pemeliharaan rutin dan Inspeksi pipa inlet separator
		4	LAL, LIC, drain to closed drain	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
		4		4	Perlu dipasang Temperatur Indicator, Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
9.	Closed Drain Vessel	4	PI	4	Pasang PSV dan Rupture Disc, Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
		4	LAL, LIC	2	Pemeliharaan rutin dan Inspeksi pipa inlet separator
		4	LAL, LIC, drain to slop tank	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
10.	Condensate Return Pump	6	PAH, Shutdown Valve	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
11.	Fuel Gas Knock Out Drum	8	PAH	4	Pasang PSV dan Rupture Disc, Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
12.	Fuel Gas Scrubber	12	PI	12	Pasang Rupture Disc dan PSV, inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala

Tabel 5.16 (Sambungan)

No	Node (Deskripsi)	RR	Safeguard	RRR	Rekomendasi
13.	Fuel Gas Filter Coalester	12	PI	12	Pasang Rupture Disc, inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
14.	Fuel Gas Superheater	4	TALL	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala
		4	TAHH, TZAHH, SDV	2	Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala

5.7 Presentasi Nilai Risiko

Nilai risiko yang dihasilkan akan dilakukan presentasi dengan cara memetakan nilai risiko tersebut berdasarkan dengan *causes* di setiap node. Pemetaan terhadap nilai risiko dibagi menjadi 2 (dua) macam, yaitu pemetaan *risk rating* awal dan pemetaan *residual risk rating*.

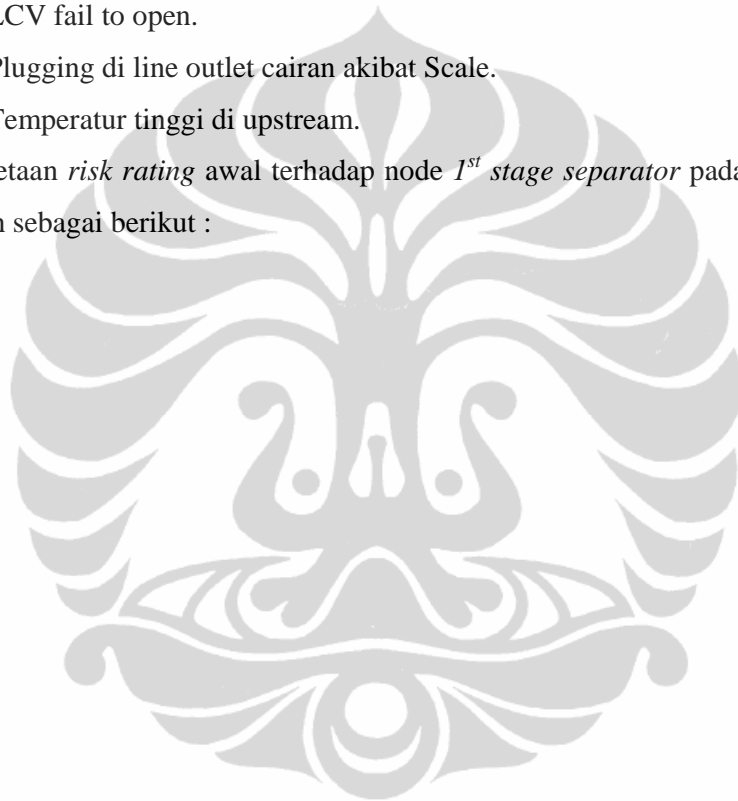
5.7.1 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node 1st Stage Separator

Pemetaan nilai risiko terhadap node 1st Stage Separator pada matriks risiko berdasarkan 14 (empat belas) *causes* yang menyebabkan dampak itu timbul. 13 (empat belas) *causes*, antara lain :





1. Pipa inlet bocor
2. PSV mengalami kerusakan.
3. Pressure Control Valve (PCV) gagal menutup.
4. Upstream line bocor.
5. PCV gagal membuka
 - a. Tidak sempurnanya separasi fluida
 - b. 1st separator meledak
6. Tekanan tinggi di upstream.
 - a. Tidak sempurnanya separasi fluida
 - b. 1st separator meledak
7. Ada plugging di demister.
 - a. Tidak sempurnanya separasi fluida

- b. 1st separator meledak
- 8. PSV gagal membuka.
 - a. Tidak sempurnanya separasi fluida
 - b. 1st separator meledak
- 9. Level Control Valve gagal menutup.
- 10. Pipa inlet bocor.
- 11. Aliran berlebih di upstream.
- 12. LCV fail to open.
- 13. Plugging di line outlet cairan akibat Scale.
- 14. Temperatur tinggi di upstream.

Pemetaan *risk rating* awal terhadap node *1st stage separator* pada matriks risiko adalah sebagai berikut :



Tabel 5.17 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node 1st Stage Separator untuk Risk Rating Awal

	Konsekuensi				Kemungkinan						
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5		
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak							
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan						1	
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas	10						
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar							
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama							
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama							

Setelah itu dilakukanlah identifikasi *safeguard* terhadap *cause* yang dihasilkan maka didapat pemetaan nilai risiko terhadap *residual risk rating*, yaitu



Tabel 5.18 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node 1st Stage Separator untuk Residual Risk Rating

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

5.7.2 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node 2nd Stage Separator

Pemetaan nilai risiko terhadap node 2nd Stage Separator pada matriks risiko berdasarkan 11 (sebelas) *causes* yang menyebabkan dampak itu timbul. 11 (sebelas) *causes*, antara lain :

1. Pipa inlet bocor.
2. PSV Rusak dan Terbuka.
 - a. Tekanan 2nd separator turun
 - b. Cairan *carry over* ke *HP Flare (high Level)*
3. PCV gagal membuka
 - a. Tidak sempurnanya separasi fluida.
 - b. 1st separator meledak.
4. Tekanan tinggi di upstream
 - a. Tidak sempurnanya separasi fluida.
 - b. 1st separator meledak.
5. Ada *plugging* di demister
 - a. Tidak sempurnanya separasi fluida.
 - b. 1st separator meledak.
6. PSV gagal membuka
 - a. Tidak sempurnanya separasi fluida.
 - b. 1st separator meledak.
7. Pipa inlet bocor.
8. Aliran berlebih di upstream
9. LCV *fail to open*
10. *Plugging* di line outlet cairan akibat Scale.
11. Temperatur tinggi di upstream

Pemetaan *risk rating* awal terhadap node 2nd stage separator pada matriks risiko adalah sebagai berikut :

Tabel 5.19 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node 2nd Stage Separator untuk Risk Rating Awal

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

Setelah itu dilakukanlah identifikasi *safeguard* terhadap *cause* yang dihasilkan maka didapat pemetaan nilai risiko terhadap *residual risk rating*, yaitu



Tabel 5.20 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node 2nd Stage Separator untuk Residual Risk Rating

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

5.7.3 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Produced Water Pump*

Pemetaan nilai risiko terhadap node *Produced Water Pump* pada matriks risiko berdasarkan 5 (lima) *causes* yang menyebabkan dampak itu timbul. 5 (lima) *causes*, antara lain :

1. *Overspeed* pada driver pompa.
2. Discharge valve gagal membuka.
3. Gas terjebak dalam cairan
4. Kerusakan *Seal* atau *Packing*
5. *Material Fatigue* atau *overstressed*

Pemetaan *risk rating* awal terhadap node *produced water pump* pada matriks risiko adalah sebagai berikut :



Tabel 5.21 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Produced Water Pump* untuk *Risk Rating Awal*

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

Setelah itu dilakukanlah identifikasi *safeguard* terhadap *cause* yang dihasilkan maka didapat pemetaan nilai risiko terhadap *residual risk rating*, yaitu



Tabel 5.22 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Produced Water Pump* untuk *Residual Risk Rating*

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

5.7.4 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Produced Recycle Pump*

Pemetaan nilai risiko terhadap node *Produced Recycle Pump* pada matriks risiko berdasarkan 5 (lima) *causes* yang menyebabkan dampak itu timbul. 5 (lima) *causes*, antara lain :

1. *Overspeed* pada driver pompa.
2. Discharge valve gagal membuka.
3. Gas terjebak dalam cairan
4. Kerusakan *Seal* atau *Packing*
5. *Material Fatigue* atau *overstressed*

Pemetaan *risk rating* awal terhadap node *produced recycle pump* pada matriks risiko adalah sebagai berikut :



Tabel 5.23 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Produced Recycle Pump* untuk *Risk Rating Awal*

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

Setelah itu dilakukanlah identifikasi *safeguard* terhadap *cause* yang dihasilkan maka didapat pemetaan nilai risiko terhadap *residual risk rating*, yaitu



Tabel 5.24 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Produced Recycle Pump* untuk *Residual Risk Rating*

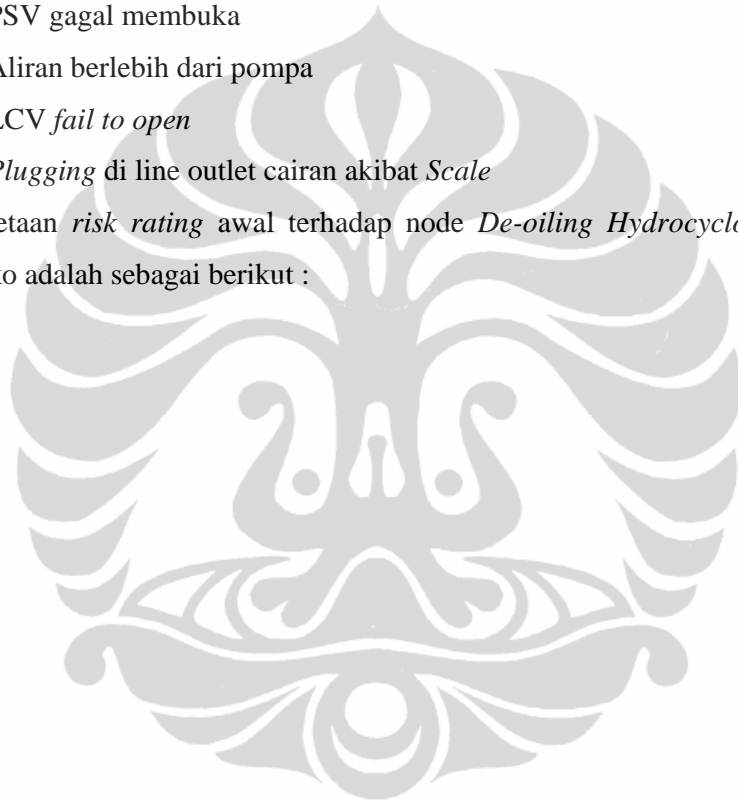
	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

5.7.5 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *De-Oiling Hydrocyclone*

Pemetaan nilai risiko terhadap node *De-oiling Hydrocyclone* pada matriks risiko berdasarkan 7 (tujuh) *causes* yang menyebabkan dampak itu timbul. 7 (tujuh) *causes*, antara lain :

1. *Water produced pump* rusak.
2. PSV Rusak dan Terbuka.
3. Tekanan tinggi dari pompa
4. PSV gagal membuka
5. Aliran berlebih dari pompa
6. LCV *fail to open*
7. *Plugging* di line outlet cairan akibat *Scale*

Pemetaan *risk rating* awal terhadap node *De-oiling Hydrocyclone* pada matriks risiko adalah sebagai berikut :



Tabel 5.25 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *De-Oiling Hydrocyclone* untuk *Risk Rating Awal*

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

Setelah itu dilakukanlah identifikasi *safeguard* terhadap *cause* yang dihasilkan maka didapat pemetaan nilai risiko terhadap *residual risk rating*, yaitu



Tabel 5.26 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *De-Oiling Hydrocyclone* untuk *Residual Risk Rating*

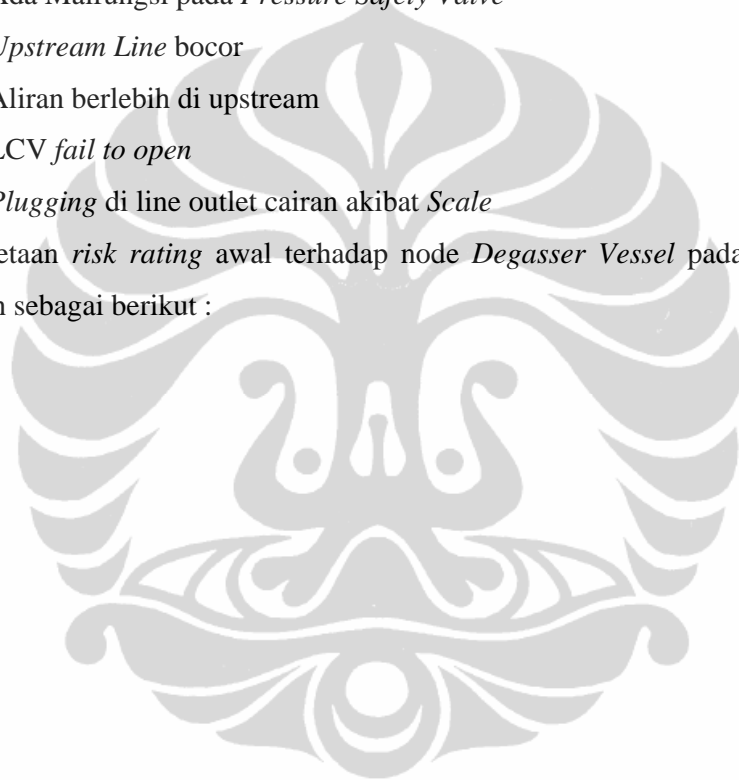
	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

5.7.6 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Degasser Vessel*

Pemetaan nilai risiko terhadap node *Degasser Vessel* pada matriks risiko berdasarkan 8 (delapan) *causes* yang menyebabkan dampak itu timbul. 8 (delapan) *causes*, antara lain :

1. Pipa inlet bocor.
2. Kenaikan tekanan dari *hydrocyclone* atau pompa *produced water*.
3. Demister mengalami *Plugging*.
4. Ada Malfungsi pada *Pressure Safety Valve*
5. *Upstream Line* bocor
6. Aliran berlebih di upstream
7. *LCV fail to open*
8. *Plugging* di line outlet cairan akibat *Scale*

Pemetaan *risk rating* awal terhadap node *Degasser Vessel* pada matriks risiko adalah sebagai berikut :



Tabel 5.27 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Degasser Vessel* untuk *Risk Rating Awal*

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

Setelah itu dilakukanlah identifikasi *safeguard* terhadap *cause* yang dihasilkan maka didapat pemetaan nilai risiko terhadap *residual risk rating*, yaitu



Tabel 5.28 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Degasser Vessel* untuk *Residual Risk Rating*

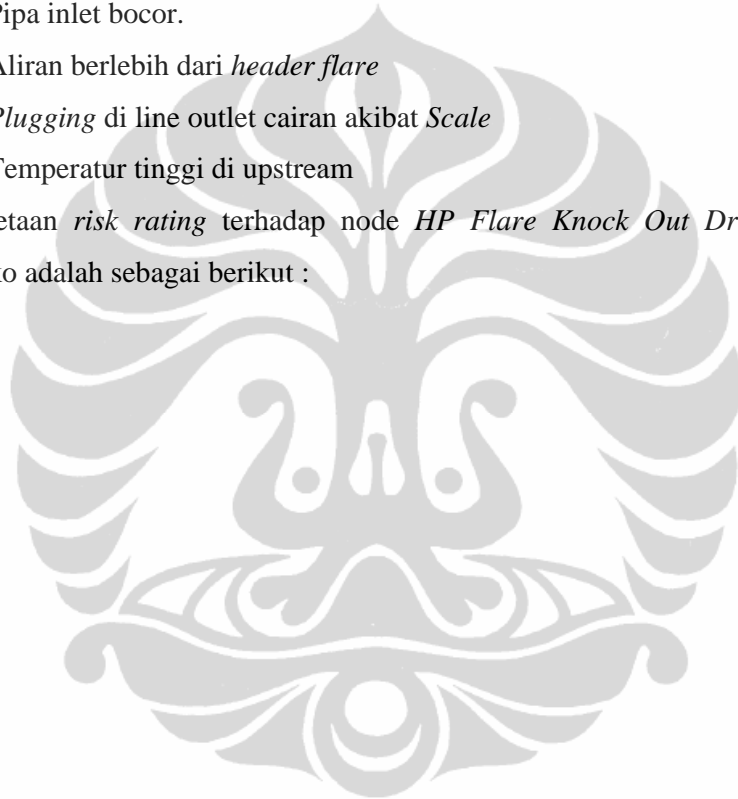
	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

5.7.7 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *HP Flare Knock Out Drum*

Pemetaan nilai risiko terhadap node *HP Flare Knock Out Drum* pada matriks risiko berdasarkan 7 (tujuh) *causes* yang menyebabkan dampak itu timbul. 7 (tujuh) *causes*, antara lain :

1. Pipa inlet bocor.
2. Tekanan tinggi dari *header HP flare*.
3. *Outlet KO drum plugging*.
4. Pipa inlet bocor.
5. Aliran berlebih dari *header flare*
6. *Plugging* di line outlet cairan akibat *Scale*
7. Temperatur tinggi di upstream

Pemetaan *risk rating* terhadap node *HP Flare Knock Out Drum* pada matriks risiko adalah sebagai berikut :



Tabel 5.29 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *HP Flare Knock Out Drum* untuk *Risk Rating Awal*

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

Setelah itu dilakukanlah identifikasi *safeguard* terhadap *cause* yang dihasilkan maka didapat pemetaan nilai risiko terhadap *residual risk rating*, yaitu



Tabel 5.30 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *HP Flare Knock Out Drum* untuk *Residual Risk Rating*

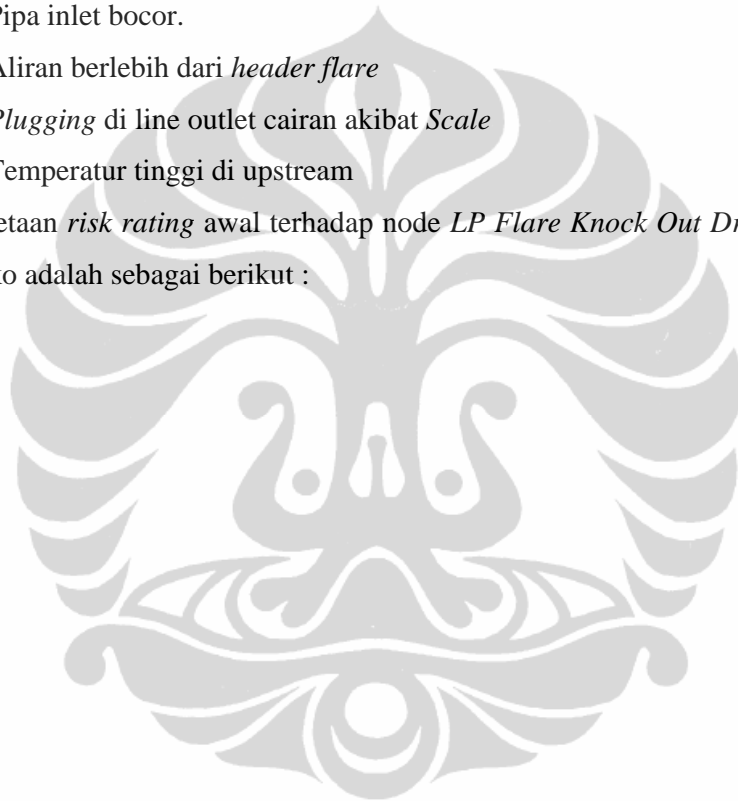
	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

5.7.8 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *LP Flare Knock Out Drum*

Pemetaan nilai risiko terhadap node *LP Flare Knock Out Drum* pada matriks risiko berdasarkan 7 (tujuh) *causes* yang menyebabkan dampak itu timbul. 7 (tujuh) *causes*, antara lain :

1. Pipa inlet bocor.
2. Tekanan tinggi dari *header LP flare*.
3. *Outlet KO drum plugging*.
4. Pipa inlet bocor.
5. Aliran berlebih dari *header flare*
6. *Plugging* di line outlet cairan akibat *Scale*
7. Temperatur tinggi di upstream

Pemetaan *risk rating* awal terhadap node *LP Flare Knock Out Drum* pada matriks risiko adalah sebagai berikut :



Tabel 5.31 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node LP Flare Knock Out Drum untuk Risk Rating Awal

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

Setelah itu dilakukanlah identifikasi *safeguard* terhadap *cause* yang dihasilkan maka didapat pemetaan nilai risiko terhadap *residual risk rating*, yaitu



Tabel 5.32 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node LP Flare Knock Out Drum untuk Residual Risk Rating

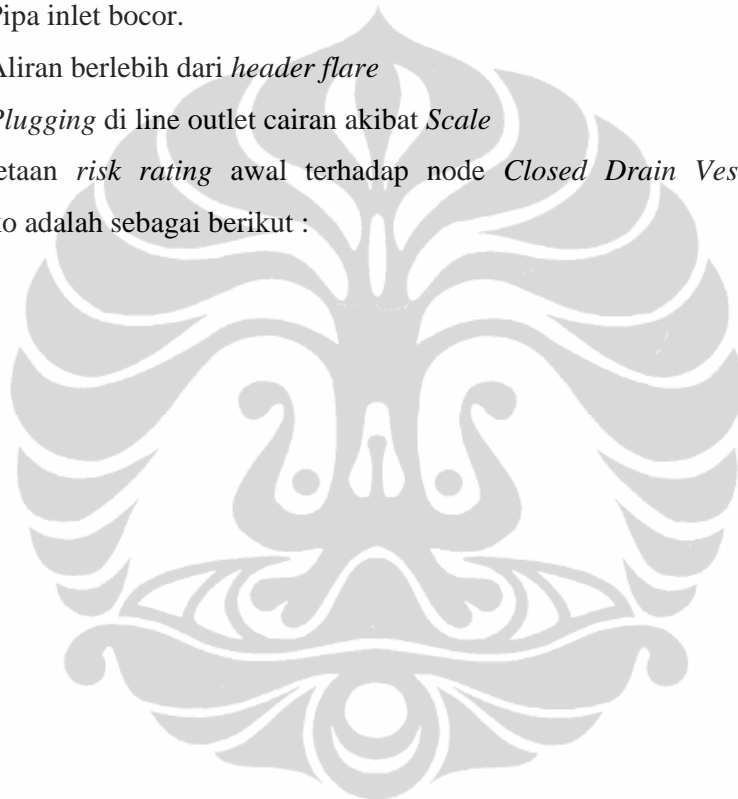
	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

5.7.9 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Closed Drain Vessel*

Pemetaan nilai risiko terhadap node *Closed Drain Vessel* pada matriks risiko berdasarkan 6 (enam) *causes* yang menyebabkan dampak itu timbul. 6 (enam) *causes*, antara lain :

1. Pipa inlet bocor.
2. Tekanan tinggi dari *header flare*.
3. *Outlet ke flare plugging*.
4. Pipa inlet bocor.
5. Aliran berlebih dari *header flare*
6. *Plugging* di line outlet cairan akibat *Scale*

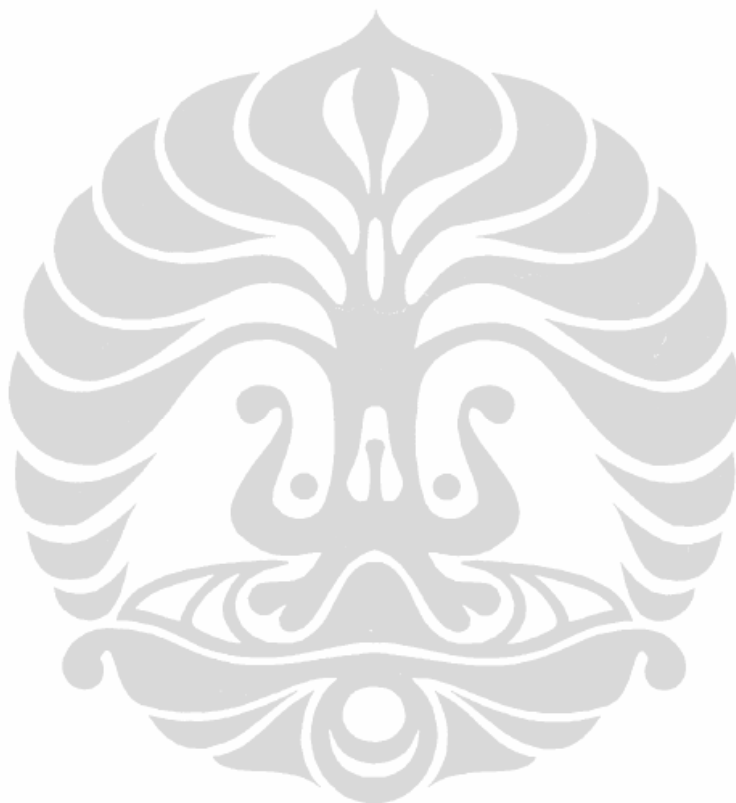
Pemetaan *risk rating* awal terhadap node *Closed Drain Vessel* pada matriks risiko adalah sebagai berikut :



Tabel 5.33 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Closed Drain Vessel* untuk *Risk Rating Awal*

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

Setelah itu dilakukanlah identifikasi *safeguard* terhadap *cause* yang dihasilkan maka didapat pemetaan nilai risiko terhadap *residual risk rating*, yaitu



Tabel 5.34 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Closed Drain Vessel* untuk *Residual Risk Rating*

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

5.7.10 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Condensate Return Pump*

Pemetaan nilai risiko terhadap node *Condensate Return Pump* pada matriks risiko berdasarkan 5 (lima) *causes* yang menyebabkan dampak itu timbul.

5 (lima) *causes*, antara lain :

1. *Overspeed* pada driver pompa.
2. *Discharge valve* gagal membuka.
3. Gas terjebak dalam cairan
4. Kerusakan *Seal* atau *Packing*
5. *Material Fatigue* atau *overstressed*

Pemetaan *risk rating* awal terhadap node *Condensate Return Pump* pada matriks risiko adalah sebagai berikut :



Tabel 5.35 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Condensate Return Pump* untuk *Risk Rating Awal*

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

Setelah itu dilakukanlah identifikasi *safeguard* terhadap *cause* yang dihasilkan maka didapat pemetaan nilai risiko terhadap *residual risk rating*, yaitu



Tabel 5.36 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Condensate Return Pump* untuk *Residual Risk Rating*

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan						1	3
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas	2	4	5		
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

5.7.11 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Fuel Gas Knock Out Drum*

Pemetaan nilai risiko terhadap node *Fuel Gas Knock Out Drum* pada matriks risiko berdasarkan 10 (sepuluh) *causes* yang menyebabkan dampak itu timbul. 10 (sepuluh) *causes*, antara lain :

1. *Valve* menuju *PT* rusak terbuka.
2. *Upstream Line* bocor.
3. Outlet gas *KO drum plugging*
 - a. Separasi fluida tidak sempurna
 - b. *KO drum* meledak
4. Tekanan tinggi dari *upstream*
 - a. Separasi fluida tidak sempurna
 - b. *KO drum* meledak
5. *LCV* gagal menutup
6. *Upstream Line* bocor
7. Flow berlebih dari *upstream*
8. *LCV* gagal membuka
9. *Plugging* di line outlet *KO drum*
10. *High Temperature* di *upstream*

Pemetaan *risk rating* awal terhadap node *Fuel Gas Knock Out Drum* pada matriks risiko adalah sebagai berikut :




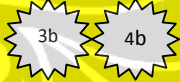
Tabel 5.37 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Fuel Gas Knock Out Drum* untuk *Risk Rating Awal*

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

Setelah itu dilakukanlah identifikasi *safeguard* terhadap *cause* yang dihasilkan maka didapat pemetaan nilai risiko terhadap *residual risk rating*, yaitu



Tabel 5.38 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Fuel Gas Knock Out Drum* untuk *Residual Risk Rating*

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

5.7.12 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Fuel Gas Scrubber*

Pemetaan nilai risiko terhadap node *Fuel Gas Scrubber* pada matriks risiko berdasarkan 9 (sembilan) *causes* yang menyebabkan dampak itu timbul. 9 (sembilan) *causes*, antara lain :

1. *PSV* rusak terbuka.
2. *Upstream Line* bocor.
3. Demister mengalami *plugging*
 - a. Separasi fluida tidak sempurna
 - b. *Fuel Gas Scrubber* meledak
4. Kegagalan *PSV* membuka
 - a. Separasi fluida tidak sempurna
 - b. *Fuel Gas Scrubber* meledak
5. *LCV* gagal menutup
6. *Upstream Line* bocor
7. Flow berlebih dari *upstream*
8. *LCV* gagal membuka
9. *Plugging* di line outlet *scrubber*

Pemetaan *risk rating* awal terhadap node *Fuel Gas Scrubber* pada matriks risiko adalah sebagai berikut :


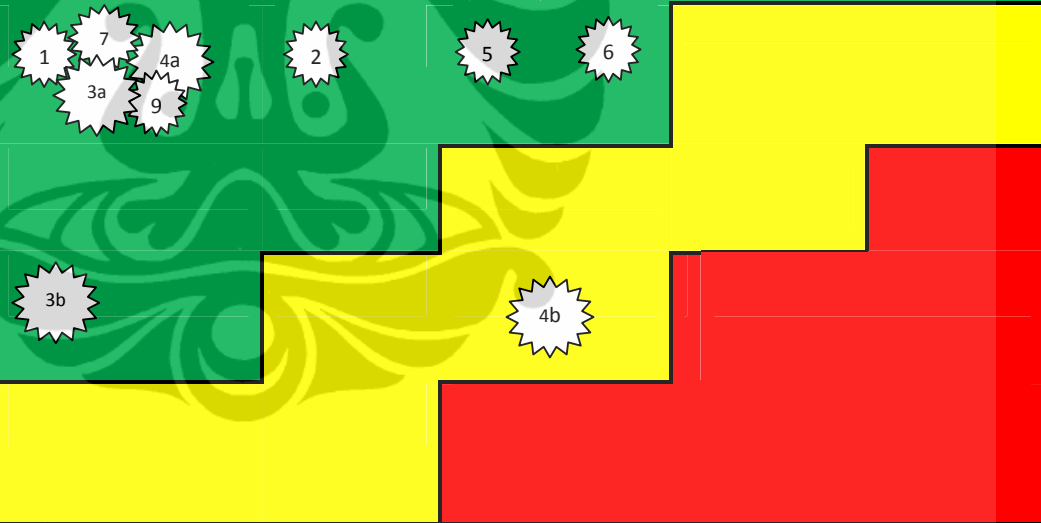
Tabel 5.39 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Fuel Gas Scrubber* untuk *Risk Rating Awal*

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

Setelah itu dilakukanlah identifikasi *safeguard* terhadap *cause* yang dihasilkan maka didapat pemetaan nilai risiko terhadap *residual risk rating*, yaitu



Tabel 5.40 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Fuel Gas Scrubber* untuk *Residual Risk Rating*

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

5.7.13 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Fuel Gas Filter Coalester*

Pemetaan nilai risiko terhadap node *Fuel Gas Filter Coalester* pada matriks risiko berdasarkan 9 (sembilan) *causes* yang menyebabkan dampak itu timbul. 9 (sembilan) *causes*, antara lain :

1. *PSV* rusak terbuka.
2. *Upstream Line* bocor.
3. Filter mengalami *plugging*
 - a. Separasi fluida tidak sempurna
 - b. *Fuel Gas Filter* meledak
4. Kegagalan *PSV* membuka
 - a. Separasi fluida tidak sempurna
 - b. *Fuel Gas Filter* meledak
5. *LCV* gagal menutup
6. *Upstream Line* bocor
7. Flow berlebih dari *upstream*
8. *LCV* gagal membuka
9. *Plugging* di line outlet *gas filter*

Pemetaan *risk rating* awal terhadap node *Fuel Gas Filter Coalester* pada matriks risiko adalah sebagai berikut :

Tabel 5.41 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Fuel Gas Filter Coalester* untuk *Risk Rating Awal*

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

Setelah itu dilakukanlah identifikasi *safeguard* terhadap *cause* yang dihasilkan maka didapat pemetaan nilai risiko terhadap *residual risk rating*, yaitu



Tabel 5.42 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Fuel Gas Filter Coalester* untuk *Residual Risk Rating*

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

5.7.14 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Fuel Gas Superheater*

Pemetaan nilai risiko terhadap node *Fuel Gas Filter Superheater* pada matriks risiko berdasarkan 2 (dua) *causes* yang menyebabkan dampak itu timbul. 2 (dua) *causes*, antara lain :

1. *Over flow* dari *upstream*.
2. Kekurangan *flow* dari *upstream*.

Pemetaan *risk rating* awal terhadap node *Fuel Gas Superheater* pada matriks risiko adalah sebagai berikut :



Tabel 5.43 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Fuel Gas Superheater* untuk *Risk Rating Awal*

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas					
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

Setelah itu dilakukanlah identifikasi *safeguard* terhadap *cause* yang dihasilkan maka didapat pemetaan nilai risiko terhadap *residual risk rating*, yaitu



Tabel 5.44 Pemetaan Nilai Risiko Terhadap Node *Fuel Gas Superheater* untuk *Residual Risk Rating*

	Konsekuensi				Kemungkinan				
	Manusia	Asset	Lingkungan	Reputasi	1	2	3	4	5
0	Tidak ada efek kesehatan/cedera	Tidak ada kerusakan	Tidak ada pengaruh	Tidak ada dampak					
1	Efek kesehatan/cedera ringan	Kerusakan ringan	Pengaruh ringan	Dampak ringan					
2	Efek kesehatan/cedera kecil	Kerusakan kecil	Pengaruh kecil	Dampak terbatas	1				
3	Cedera berat	Kerusakan setempat	Pengaruh setempat	Dampak besar					
4	1-3 kematian	Kerusakan besar	Pengaruh besar	Dampak nasional utama					
5	Kematian beruntun/banyak	Kerusakan parah	Pengaruh yang luar biasa	Dampak internasional utama					

BAB VI PEMBAHASAN

6.1 Penentuan Node

Penentuan node-node berdasarkan gambar *Process Flow Diagram* (PFD) dan *Piping & Instrumentation Diagram* dilakukan untuk memfokuskan analisis bahaya pada setiap sub sistem pada proses produksi di FPSO yang dianggap kritis. Pertimbangan sub sistem yang kritis diperoleh dari identifikasi jumlah parameter yang terkait dalam node dan kompleksitas peralatan dan proses produksi yang terjadi di FPSO. Jumlah node yang didapat dari penelitian ini sebanyak 14 buah seperti tertera pada tabel berikut :

Tabel 6.1 Penentuan Node

Node	Deskripsi Node	Parameter
1	<i>1st Stage Separator</i>	<i>Pressure, Level, Temperatur</i>
2	<i>2nd Stage Separator</i>	<i>Pressure, Level, Temperatur</i>
3	<i>Produced Water Pump</i>	<i>Pressure, Cavitations, Leakage</i>
4	<i>Produced Recycle Pump</i>	<i>Pressure, Cavitations, Leakage</i>
5	<i>De-Oiling Hydrocyclone</i>	<i>Pressure, Level</i>
6	<i>Degasser Vessel</i>	<i>Pressure, Level</i>
7	<i>HP Flare Knock Out Drum</i>	<i>Pressure, Level, Temperatur</i>
8	<i>LP Flare Knock Out Drum</i>	<i>Pressure, Level, Temperatur</i>
9	<i>Closed Drain Vessel</i>	<i>Pressure, Level</i>
10	<i>Condensate Return Pump</i>	<i>Pressure, Cavitations, Leakage</i>
11	<i>Fuel Gas Knock Out Drum</i>	<i>Pressure, Level, Temperatur</i>
12	<i>Fuel Gas Scrubber</i>	<i>Pressure, Level</i>
13	<i>Fuel Gas Filter Coalester</i>	<i>Pressure, Level</i>
14	<i>Fuel Gas Superheater</i>	<i>Temperatur</i>

6.2 Node *1st Stage Separator*

1st Stage Separator merupakan tahap awal pemisahan minyak mentah, air, dan gas yang berasal dari *riser balcony*. Ukuran *1st stage separator* di FPSO untuk proyek Petronas Bukit Tua ini, adalah 2400 mm (ID) x 9300 (*length*) – horizontal.

Tekanan operasional pada *1st stage separator* didesain antara 1200 kPag – 4500 kPag dan dengan minimum *residence time* 5 menit untuk mengakomodasikan perpindahan pasir dan merkuri. Temperatur 10 – 120 °C

Potensi bahaya penyimpangan terbesar pada *1st stage separator* adalah potensi tekanan tertinggi pada sistem disebabkan oleh kegagalan *Pressure Safety Valve* (PSV) dalam membuka.

Dampak yang terjadi akibat kegagalan PSV dalam membuka dibagi menjadi 2 kategori, yaitu *operability* dan *hazard*.

Untuk kategori *operability* tidak perlu mendapat perhatian dikarenakan dampak yang terjadi adalah tidak sempurnanya separasi/perpisahan fluida dan dikarenakan nilai *risk rating* awal yang didapat lebih kecil dari kategori *hazard*.

Kategori *hazard* yang terjadi adalah meledaknya *1st stage separator* apabila tekanan melewati batas tekanan yang ditentukan. Dampak tersebut mendapat nilai 3 (tiga) untuk nilai kemungkinan (*probability*) dikarenakan meledaknya *1st stage separator* pernah terjadi di perusahaan.

Dampak meledaknya *1st stage separator* pada nilai konsekuensi untuk manusia, aset, lingkungan, dan reputasi mendapat nilai 4 (empat) dikarenakan mengakibatkan kematian 1 – 3 orang atau kerusakan kesehatan yang tidak dapat diubah dengan cacat serius atau kematian, menyebabkan hilangnya sebagian operasional diperkirakan 2 minggu mengalami *shutdown* dengan kerugian senilai USD 10.000.000, mengalami kerusakan lingkungan yang parah sehingga perusahaan diwajibkan mengambil tindakan yang meluas untuk memulihkan lingkungan yang rusak, dan berdampak nasional utama mendapat perhatian dari masyarakat nasional yang dapat berdampak terhadap kebijakan nasional/daerah dengan langkah-langkah yang berpotensi membatasi dan/atau dampak terhadap pemberian lisensi terhadap perusahaan tersebut. Maka nilai *risk rating awal* adalah 12 (dua belas) yang dikategorikan sedang.

Pada gambar P&ID node tersebut teridentifikasi bahwa terdapat *safeguard* yaitu *Pressure Alarm High* (PAH) yang disetting pada tekanan 4050 kPag dan *Pressure Alarm High High* (PAHH) yang disetting pada tekanan 4275 kPag. Apabila terjadi tekanan pada *1st stage separator* mencapai 4050 kPag maka PAH akan berbunyi dan apabila tekanan melewati batas 4050 kPag dan mencapai 4275

kPag maka PAHH akan berbunyi. Kedua *safeguard* tersebut berfungsi hanya sebagai peringatan bahwa tekanan pada 1^{st} *stage separator* sudah melewati batas maksimum tekanan yang didesain maka 1^{st} *stage separator* akan meledak dikarenakan *pressure safety valve* (PSV) gagal membuka. Oleh karena kinerja *safeguard* PAH dan PAHH hanya sebagai peringatan maka nilai *residual risk rating* adalah 12 (dua belas) dikategorikan sedang.

Oleh karena itu direkomendasikan bahwa perlu dipasang *rupture disc* yang disetting pada 4455 kPag dikarenakan apabila terjadi tekanan berlebih maka tugas dari *rupture disc* mengeluarkan tekanan tersebut secara otomatis apabila terjadi kenaikan dan mencapai batas setting *rupture disc* 4455 kPag sampai tekanan di 1^{st} *stage separator* kembali normal, inspeksi terhadap PSV harus rutin dilakukan, dan inspeksi dan pemeliharaan rutin lainnya secara berkala.

6.3 Node 2^{nd} *Stage Separator*

2^{nd} *Stage Separator* merupakan tahap kedua dalam pemisahan minyak mentah, air, dan gas yang berasal dari 1^{st} *stage separation* melalui *interstage cooler*. Ukuran 2^{nd} *stage separator* di FPSO untuk project Petronas Bukit Tua adalah 2050 mm (ID) x 8250 mm (*length*) – *horizontal*.

Tekanan operasional maksimum di 2^{nd} *stage separator* adalah 1700 kPag dan dengan minimum *residence time* 5 menit untuk mengakomodasikan perpindahan pasir dan merkuri. Temperatur 10 – 100 °C.

Potensi bahaya penyimpangan terbesar pada 2^{nd} *stage separator* adalah potensi tekanan tertinggi pada sistem disebabkan oleh kegagalan *Pressure Safety Valve* (PSV) dalam membuka.

Dampak yang terjadi akibat kegagalan PSV dalam membuka dibagi menjadi 2 kategori, yaitu *operability* dan *hazard*.

Untuk kategori *operability* tidak perlu mendapat perhatian dikarenakan dampak yang terjadi adalah tidak sempurnanya separasi/perpisahan fluida dan nilai *risk rating* awal yang didapat lebih kecil dari kategori *hazard*.

Kategori *hazard* yang terjadi adalah meledaknya 2^{nd} *stage separator* apabila tekanan melewati batas tekanan yang ditentukan. Dampak tersebut mendapat nilai

3 (tiga) untuk nilai kemungkinan (*probability*) dikarenakan meledaknya *2nd stage separator* pernah terjadi di perusahaan.

Dampak meledaknya *2nd stage separator* pada nilai konsekuensi untuk manusia, aset, lingkungan, dan reputasi mendapat nilai 4 (empat) dikarenakan mengakibatkan kematian 1 – 3 orang atau kerusakan kesehatan yang tidak dapat diubah dengan cacat serius atau kematian, menyebabkan hilangnya sebagian operasional diperkirakan 2 minggu mengalami *shutdown* dengan kerugian senilai USD 10.000.000, mengalami kerusakan lingkungan yang parah sehingga perusahaan diwajibkan mengambil tindakan yang meluas untuk memulihkan lingkungan yang rusak, dan berdampak nasional utama mendapat perhatian dari masyarakat nasional yang dapat berdampak terhadap kebijakan nasional/daerah dengan langkah-langkah yang berpotensi membatasi dan/atau dampak terhadap pemberian lisensi terhadap perusahaan tersebut. Maka nilai *risk rating awal* adalah 12 (dua belas) yang dikategorikan sedang.

Pada gambar P&ID node tersebut teridentifikasi bahwa terdapat *safeguard* yaitu *Pressure Alarm High* (PAH) yang disetting pada tekanan 1530 kPag dan *Pressure Alarm High High* (PAHH) yang disetting pada tekanan 1615 kPag. Apabila terjadi tekanan pada *2nd stage separator* mencapai batas 1530 kPag maka PAH akan berbunyi dan apabila tekanan melewati batas 1530 kPag dan mencapai 1615 kPag maka PAHH akan berbunyi. Kedua *safeguard* tersebut berfungsi hanya sebagai peringatan bahwa tekanan pada *2nd stage separator* sudah melewati batas maksimum tekanan yang didesain maka *2nd stage separator* akan meledak dikarenakan *pressure safety valve* (PSV) gagal membuka. Oleh karena kinerja *safeguard* PAH dan PAHH hanya sebagai peringatan maka nilai *residual risk rating* adalah 12 (dua belas) dikategorikan sedang.

Oleh karena itu direkomendasikan bahwa perlu dipasang *rupture disc* yang disetting pada 1683 kPag dikarenakan apabila terjadi tekanan berlebih maka tugas dari *rupture disc* mengeluarkan tekanan tersebut secara otomatis apabila terjadi kenaikan dan mencapai batas setting *rupture disc* 1683 kPag sampai tekanan di *2nd stage separator* kembali normal, inspeksi terhadap PSV harus rutin dilakukan, dan inspeksi dan pemeliharaan rutin lainnya secara berkala.

6.4 Node *Produced Water Pump*

Produced Water Pump merupakan pompa yang digunakan untuk mengalirkan air untuk didaur ulang di *1st stage separator* dari *2nd stage separator*.

Potensi bahaya penyimpangan yang terjadi pada *produced water pump* adalah potensi tekanan tinggi pada sistem yang disebabkan oleh *discharge valve* gagal membuka.

Dampak yang terjadi akibat *discharge valve* gagal membuka dikategorikan kepada *operability* yaitu *impeller* pompa rusak dan *hose discharge* rusak.

Dampak tersebut mendapat nilai kemungkinan (*probability*) adalah 3 (tiga) dikarenakan *discharge valve* gagal membuka pernah terjadi di perusahaan.

Sedangkan untuk nilai konsekuensi terhadap dampak terhadap manusia adalah 0 (nol) dikarenakan tidak ada efek terhadap kecelakaan dan kesehatan, terhadap aset adalah 2 (dua) dikarenakan apabila *discharge valve* mengalami kerusakan akan mengalami gangguan singkat yang diperkirakan kerusakan kurang dari USD 100.000, terhadap lingkungan mendapat nilai 1 (satu) dikarenakan kerusakan terjadi di dalam pagar dan di dalam sistem maka konsekuensi terhadap keuangan diabaikan, dan terhadap reputasi tidak ada dampak sehingga masyarakat tidak sadar.

Untuk menentukan nilai *risk rating* awal maka diambil nilai konsekuensi paling tinggi diantara nilai konsekuensi yang ada yaitu 2 (dua) maka nilai *risk rating* awalnya adalah 6 (enam) yang dikategorikan rendah dan perlu kelola perbaikan secara terus menerus.

Pada gambar P&ID teridentifikasi bahwa terdapat *safeguard* yaitu PAH dan *shutdown valve*. Dengan adanya 2 *safeguard* tersebut sudah dapat meminimalisasi risiko yang terjadi dikarenakan jumlah *produced water pump* pada sistem adalah 2 buah sehingga apabila terdapat kerusakan maka akan dialihkan kepada pompa cadangan. Sehingga nilai kemungkinan (*probability*) setelah teridentifikasi adanya *safeguard* menjadi 1 (satu) dikarenakan dengan penambahan *safeguard* tersebut dampak tersebut tidak pernah terdengar pada industri minyak dan gas lagi maka nilai *residual risk rating* menjadi 2 (dua) yang dikategorikan rendah.

Rekomendasi terhadap node ini adalah perlu dilakukan inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala.

6.5 Node *Produced Recycle Pump*

Produced Recycle Pump merupakan pompa yang digunakan juga untuk mengalirkan air untuk didaur ulang di *1st stage separator* dari *2nd stage separator*.

Potensi bahaya penyimpangan yang terjadi pada *produced recycle pump* adalah potensi tekanan tinggi pada sistem yang disebabkan oleh *discharge valve* gagal membuka.

Dampak yang terjadi akibat *discharge valve* gagal membuka dikategorikan kepada *operability* yaitu *impeller* pompa rusak dan *hose discharge* rusak.

Dampak tersebut mendapat nilai kemungkinan (*probability*) adalah 3 (tiga) dikarenakan *discharge valve* gagal membuka pernah terjadi di perusahaan.

Sedangkan untuk nilai konsekuensi terhadap dampak terhadap manusia adalah 0 (nol) dikarenakan tidak ada efek terhadap kecelakaan dan kesehatan, terhadap aset adalah 2 (dua) dikarenakan apabila *discharge valve* mengalami kerusakan akan mengalami gangguan singkat yang diperkirakan kerusakan kurang dari USD 100.000, terhadap lingkungan mendapat nilai 1 (satu) dikarenakan kerusakan terjadi di dalam pagar dan di dalam sistem maka konsekuensi terhadap keuangan diabaikan, dan terhadap reputasi tidak ada dampak sehingga masyarakat tidak sadar.

Untuk menentukan nilai *risk rating* awal maka diambil nilai konsekuensi paling tinggi diantara nilai konsekuensi yang ada yaitu 2 (dua) maka nilai *risk rating* awalnya adalah 6 (enam) yang dikategorikan rendah dan perlu dikelola perbaikan secara terus menerus.

Pada gambar P&ID teridentifikasi bahwa terdapat *safeguard* yaitu PAH dan *shutdown valve*. Dengan adanya 2 *safeguard* tersebut sudah dapat meminimalisasi risiko yang terjadi dikarenakan jumlah *produced water pump* pada sistem adalah 2 buah sehingga apabila terdapat kerusakan maka akan dialihkan kepada pompa cadangan. Sehingga nilai kemungkinan (*probability*) setelah teridentifikasi adanya *safeguard* menjadi 1 (satu) dikarenakan dengan adanya *safeguard* tersebut dampak tersebut tidak pernah terdengar pada industri minyak dan gas maka nilai *residual risk rating* menjadi 2 (dua) yang dikategorikan rendah.

Rekomendasi terhadap node ini adalah perlu dilakukan inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala.

6.6 Node *De-Oiling Hydrocyclone*

De-Oiling Hydrocyclone merupakan suatu unit dalam sistem produksi air yang mampu untuk memenuhi minimum *turndown* aliran air per produksi. *Hydrocyclone* harus dapat dirawat dengan mudah. Temperatur 10 – 100 °C.

Potensi bahaya penyimpangan yang terjadi yaitu

- Pada deviasi tekanan rendah dikarenakan *Pressure Safety Valve* (PSV) rusak dan terbuka.

Dampak yang terjadi akibat PSV rusak dan terbuka dibagi menjadi 2 kategori, yaitu *operability* dan *hazard*.

Untuk kategori *operability* tidak perlu mendapat perhatian dikarenakan dampak yang terjadi adalah tekanan *hydrocyclone* turun dikarenakan nilai *risk rating* awal yang didapat lebih kecil dari kategori *hazard*.

Kategori *hazard* yang terjadi adalah cairan *carry over* ke HP flare (*high level*). Dampak tersebut mendapat nilai 2 (dua) untuk nilai kemungkinan (*probability*) dikarenakan cairan *carry over* ke HP flare (*high level*) terdengar di Industri minyak & gas.

Dampak cairan *carry over* ke HP flare (*high level*) pada nilai konsekuensi untuk manusia dan aset mendapat nilai 0 (nol) dikarenakan tidak ada kecelakaan/kerusakan pada kesehatan dan tidak ada kerusakan yang berarti pada aset. Sedangkan nilai konsekuensi untuk lingkungan dan reputasi mendapat nilai 3 (tiga) dikarenakan pembuangan yang terbatas dapat mempengaruhi dan merusak lingkungan serta mendapat perhatian dari masyarakat daerah dan akan timbul sikap yang merugikan dari pemerintah daerah dan/atau kelompok.

Untuk menentukan nilai *risk rating* awal maka diambil dari nilai konsekuensi yang paling tinggi yaitu dari lingkungan dan reputasi maka nilai yang didapat adalah 6 (enam) yang dikategorikan rendah yang perlu dikelola perbaikan secara terus menerus.

Pada gambar P&ID node tersebut teridentifikasi bahwa terdapat *safeguard* yaitu *Pressure Indicator* (PI) dan *Pressure Control Valve* (PCV). PI berfungsi hanya sebagai *indicator* tekanan dari *De-oiling hydrocyclone* dan PCV berfungsi sebagai katup pengendali tekanan. Kedua *safeguard* dinilai cukup

untuk meminimalisasi risiko yang ada sehingga nilai kemungkinan (*probability*) turun menjadi 1 (satu) dikarenakan dengan adanya *safeguard* tersebut dampak tersebut tidak pernah terdengar pada industri minyak dan gas sehingga *residual risk rating* bernilai 3 (tiga) dikategorikan rendah yang perlu dikelola perbaikan secara terus menerus.

Rekomendasi dari node ini perlu inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala.

- Pada deviasi tingginya level dikarenakan aliran berlebih yang berasal dari pompa dan *Level Control Valve* gagal membuka maka dampaknya yaitu cairan *carry over* ke *HP Flare (high level)*.

Dampak yang terjadi akibat aliran berlebih yang berasal dari pompa dan *Level Control Valve* gagal membuka dikategorikan *hazard*.

Dampak tersebut mendapat nilai kemungkinan (*probability*) 2 (dua) dikarenakan cairan *carry over* ke *HP flare (high level)* terdengar di Industri minyak & gas.

Dampak cairan *carry over* ke *HP flare (high level)* pada nilai konsekuensi untuk manusia dan aset mendapat nilai 0 (nol) dikarenakan tidak ada kecelakaan/kerusakan pada kesehatan dan tidak ada kerusakan yang berarti pada aset. Sedangkan nilai konsekuensi untuk lingkungan dan reputasi mendapat nilai 3 (tiga) dikarenakan pembuangan yang terbatas dapat mempengaruhi dan merusak lingkungan serta mendapat perhatian dari masyarakat daerah dan akan timbul sikap yang merugikan dari pemerintah daerah dan/atau kelompok.

Untuk menentukan nilai *risk rating* awal maka diambil dari nilai konsekuensi yang paling tinggi yaitu dari lingkungan dan reputasi maka nilai yang didapat adalah 6 (enam) yang dikategorikan rendah yang perlu dikelola perbaikan secara terus menerus.

Pada gambar P&ID node tersebut teridentifikasi bahwa terdapat *safeguard* yaitu *Level Control Valve (LCV)*, dan *drain to closed drain*. LCV berfungsi katup pengendali tingkatan cairan. Kedua *safeguard* dinilai cukup untuk meminimalisasi risiko yang ada sehingga nilai kemungkinan (*probability*) turun menjadi 1 (satu) dikarenakan dengan adanya *safeguard* tersebut dampak

tersebut tidak pernah terdengar pada industri minyak dan gas sehingga *residual risk rating* bernilai 3 (tiga) dikategorikan rendah yang perlu dikelola perbaikan secara terus menerus.

Rekomendasi dari node ini perlu inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala.

6.7 Node *Degasser Vessel*

Degasser Vessel merupakan unit disediakan untuk melepaskan setiap gas dari air sebelum dibuang ke laut dan juga menyediakan fungsi *skimming* untuk memisahkan minyak dari air dan dapat digunakan untuk pengolahan air sementara yang dihasilkan ketika *hydrocyclone* sedang tidak beroperasi untuk pemeliharaan. *Degasser vessel* memiliki minimum *residence time* 2 menit waktu tinggal dengan potensial konversi untuk layanan flotasi di masa mendatang harus memperburuk kualitas air di atas 40 ppmv secara konsisten. Tekanan maksimum pada *Degasser Vessel* adalah 1000 kPag. Temperatur 10 – 100 °C.

Potensi bahaya penyimpangan yang terjadi yaitu

- Pada deviasi tekanan tinggi dikarenakan kenaikan tekanan dari *hydrocyclone* atau pompa *produced water, demister* mengalami *plugging*, dan ada malfungsi pada *Pressure Safety Valve (PSV)*.

Penyebab-penyebab berdampak terhadap separasi fluida yang tidak sempurna (kategori *operability*) dan meledaknya *degasser vessel* (kategori *hazard*). Pada Kategori *operability*, nilai kemungkinan dari dampak separasi fluida yang tidak sempurna mendapat nilai 3 (tiga) dikarenakan insiden tersebut pernah terjadi di perusahaan. Dampak separasi fluida yang tidak sempurna untuk nilai konsekuensi manusia dan lingkungan mendapat nilai 0 (nol) dikarenakan apabila terjadi dampak tersebut tidak ada kecelakaan dan kerusakan pada kesehatan serta tidak ada kerusakan lingkungan yang mempengaruhi konsekuensi keuangan perusahaan. Sedangkan nilai konsekuensi untuk aset mendapat nilai 2 (dua) dikarenakan akibat dari dampak tersebut terjadi gangguan singkat pada sistem dan menyebabkan kerusakan kurang dari USD 100.000. Nilai konsekuensi untuk nilai reputasi

adalah 1 (satu) dikarenakan termasuk dampak ringan sebenarnya masyarakat sadar tetapi perhatiannya tidak ada. Penentuan nilai *risk rating* awal dengan mengambil nilai konsekuensi yang paling tinggi yaitu 2 (dua) sehingga nilai *risk rating* awal adalah 6 (enam) dikategorikan rendah dan perlu kelola perbaikan terus menerus.

Pada gambar P&ID node tersebut teridentifikasi bahwa terdapat *safeguard* yaitu *Pressure Indicator* (PI) dan *Pressure Alarm High* (PAH). PI dan PAH dalam dampak separasi fluida tidak sempurna cukup meminimalisasi risiko yang ada sehingga nilai kemungkinan menjadi 1 (satu) walaupun PI berfungsi hanya sebagai *indicator* tekanan dari *Degasser Vessel* dan PAH berfungsi sebagai alarm peringatan yang disetting pada 900 kPag apabila terjadi tekanan yang mencapai 900 kPag pada *Degasser Vessel* maka alarm akan berbunyi. Oleh karena itu dengan adanya *safeguard* tersebut dampak tersebut tidak pernah terdengar pada industri minyak dan gas sehingga nilai *residual risk rating* menjadi 2 (dua) yang dikategorikan rendah dan perlu kelola perbaikan secara terus menerus.

Pada Kategori *hazard*, nilai kemungkinan dari dampak separasi fluida yang tidak sempurna mendapat nilai 2 (dua) dikarenakan insiden tersebut terdengar pada industri minyak dan gas. Dampak meledaknya *Degasser Vessel* untuk nilai konsekuensi manusia, aset, dan reputasi mendapat nilai 3 (tiga) dikarenakan apabila terjadi dampak tersebut pekerja akan mengalami cedera berat termasuk sebagian cacat permanen dan penyakit kerja yang mempengaruhi kinerja dalam jangka panjang serta kerusakan kesehatan yang tidak dapat diubah tanpa kehilangan kehidupan seperti kebisingan, cedera punggung kronis, dll; menyebabkan kerusakan setempat menyebabkan sistem *shutdown* sebagian tetapi dapat mulai kembali sehingga biaya yang keluar mencapai USD 1.000.000; dan mendapat perhatian masyarakat daerah sehingga pemerintah dan/atau kelompok melakukan suatu tindakan yang dapat merugikan bagi perusahaan. Untuk nilai konsekuensi pada lingkungan mendapat nilai 1 (satu) dikarenakan kerusakan lingkungan hanya didalam pagar dan sistem sehingga konsekuensi terhadap lingkungan tidak mempengaruhi keuangan perusahaan. Penentuan nilai *risk rating* awal dengan

mengambil nilai konsekuensi yang paling tinggi yaitu 3 (tiga) sehingga nilai *risk rating* awal adalah 6 (enam) dikategorikan rendah dan perlu kelola perbaikan terus menerus.

Pada gambar P&ID node tersebut teridentifikasi bahwa terdapat *safeguard* yaitu *Pressure Indicator* (PI) dan *Pressure Alarm High* (PAH). PI dan PAH dalam dampak meledaknya *Degasser Vessel* tidak cukup meminimalisasi risiko yang ada sehingga nilai kemungkinan tetap 2 (dua) sehingga nilai *residual risk rating* adalah 6 (enam) dikategorikan rendah dan perlu kelola perbaikan secara terus menerus.

Rekomendasi untuk kedua dampak tersebut adalah perlu dipasang PSV yang disetting 980 kPag dan *rupture disc* yang disetting 990 kPag sebagai tambahan untuk *safeguard*, serta inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala pada unit tersebut.

- Pada deviasi rendahnya level dikarenakan *upstream line* mengalami kebocoran maka menghasilkan dampak yaitu gas *carry over* ke outlet cairan dan menyebabkan tekanan tinggi di downstream cairan *carry over* ke *HP Flare (high level)*. Dampak tersebut dikategorikan *operability*.

Dampak tersebut mendapat nilai kemungkinan (*probability*) 3 (tiga) dikarenakan gas *carry over* ke outlet cairan dan menyebabkan tekanan tinggi di downstream cairan *carry over* ke *HP Flare (high level)* dikarenakan insiden tersebut pernah terjadi di perusahaan.

Dampak gas *carry over* ke outlet cairan dan menyebabkan tekanan tinggi di downstream cairan *carry over* ke *HP Flare (high level)* pada nilai konsekuensi untuk manusia dan lingkungan mendapat nilai 0 (nol) dikarenakan tidak ada kecelakaan/kerusakan pada kesehatan dan tidak ada kerusakan lingkungan yang mempengaruhi konsekuensi keuangan perusahaan. Sedangkan nilai konsekuensi untuk aset mendapat nilai 2 (dua) dikarenakan dampak tersebut menyebabkan gangguan singkat pada sistem sehingga kerusakan bernilai kurang dari USD 100.000. Untuk nilai konsekuensi reputasi mendapat nilai 1 (satu) dikarenakan Kesadaran masyarakat. mungkin ada atas terjadinya dampak ini namun tidak ada perhatian masyarakat. Penentuan nilai *risk rating* awal dengan mengambil

nilai konsekuensi yang paling tinggi yaitu 2 (dua) sehingga nilai *risk rating* awal adalah 6 (enam) dikategorikan rendah dan perlu dikelola perbaikan terus menerus.

Pada gambar P&ID node tersebut teridentifikasi bahwa terdapat *safeguard* yaitu *Level Control Valve* (LCV) dan *Level Alarm Low Low* (LALL). LCV berfungsi sebagai katup pengendali terhadap *level* di *Degasser Vessel* dan LALL adalah sebagai alarm peringatan yang disetting pada 575 bwpd apabila terjadi air produksi mencapai tingkat 575 bwpd maka LALL akan berbunyi. Kedua *safeguard* cukup meminimalisasi risiko yang ada sehingga nilai kemungkinan turun menjadi 1 (satu) dikarenakan dengan adanya *safeguard* tersebut dampak tersebut tidak pernah terdengar pada industri minyak dan gas sehingga nilai *residual risk rating* adalah 2 (dua) dikategorikan rendah dan perlu dikelola perbaikan secara terus menerus.

Rekomendasi yang diberikan terhadap dampak ini adalah perlu dilakukan Inspeksi dan pemeliharaan pipa rutin secara berkala.

- Pada deviasi tingginya tingkatan dikarenakan LCV *fail to open* maka menghasilkan dampak yaitu cairan *carry over* ke *LP Flare (high level)*. Dampak tersebut dikategorikan *hazard*.

Dampak tersebut mendapat nilai kemungkinan (*probability*) 3 (tiga) dikarenakan *carry over* ke *LP Flare (high level)* dikarenakan insiden tersebut pernah terjadi di perusahaan.

Dampak *carry over* ke *LP Flare (high level)* pada nilai konsekuensi untuk manusia dan aset mendapat nilai 0 (nol) dikarenakan tidak ada kecelakaan/kerusakan pada kesehatan dan tidak ada kerusakan yang berarti pada aset. Sedangkan nilai konsekuensi untuk lingkungan mendapat nilai 2 (dua) dikarenakan cukup terkontaminasi besar atau dibuang untuk merusak lingkungan, namun tidak ada efek yang lama terhadap lingkungan tersebut. Untuk nilai konsekuensi reputasi mendapat nilai 1 (satu) dikarenakan Kesadaran masyarakat. mungkin ada atas terjadinya dampak ini namun tidak ada perhatian masyarakat. Penentuan nilai *risk rating* awal dengan mengambil nilai konsekuensi yang paling tinggi yaitu 2 (dua) sehingga nilai

risk rating awal adalah 6 (enam) dikategorikan rendah dan perlu kelola perbaikan terus menerus.

Pada gambar P&ID node tersebut teridentifikasi bahwa terdapat *safeguard* yaitu *Level Control Valve* (LCV), *Level Alarm High High* (LAHH), *Level Indicator Controller* (LIC), dan *drain to close drain*. LCV berfungsi sebagai katup pengendali terhadap *level* di *Degasser Vessel*, LAHH adalah sebagai alarm peringatan apabila terjadi air produksi mencapai tingkat 10925 bwpd maka LAHH akan berbunyi, LIC berfungsi sebagai pengatur indikator *level* pada *Degasser Vessel*, dan *drain* berfungsi sebagai saluran apabila ada cairan yang keluar dari LP *flare* maka cairan tersebut akan menuju *slop tank*. *Safeguard* cukup meminimalisasi risiko yang ada sehingga nilai kemungkinan turun menjadi 1 (satu) dikarenakan dengan adanya *safeguard* tersebut dampak tersebut tidak pernah terdengar pada industri minyak dan gas sehingga nilai *residual risk rating* adalah 2 (dua) dikategorikan rendah dan perlu kelola perbaikan secara terus menerus.

Rekomendasi yang diberikan terhadap dampak ini adalah perlu dilakukan Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala terhadap unit tersebut.

6.8 Node HP Flare Knock Out Drum

HP Flare Knock Out Drum merupakan unit yang bertujuan untuk membebaskan fluida dari gas, kapasitas unit ini diatas *High Level trip* pada tingkat 70% yang mengakomodasikan *residence time* 5 menit berdasarkan *flow relief* penuh ditambah 10 menit aliran penuh dari 2 (dua) sumur produksi. Unit ini mampu mengakomodasikan *gas relief* penuh pada ruangan *vapour* diatas tingkat 70%. Ukuran *HP Flare Knock Out Drum* adalah 3000 mm (ID) x 7000 mm (*length*) – *vessel* dan 700 mm (ID) x 750 mm (*length*) – *boot*. Tekanan maksimum pada unit ini adalah 1035 kPag. Temperatur 10 – 100 °C.

Potensi bahaya penyimpangan terbesar adalah pada saat *level* tinggi yang disebabkan oleh aliran berlebih dari *header flare* dan *plugging* di *line outlet* cairan akibat *scale* yang dikategorikan *hazard*. Keduanya berdampak cairan *carry over* ke *flare*.

Nilai kemungkinan (*probability*) dari dampak tersebut adalah 2 (dua) dikarenakan dikarenakan cairan *carry over* ke *flare* terdengar di Industri minyak & gas.

Dampak cairan *carry over* ke *flare* pada nilai konsekuensi untuk manusia dan aset mendapat nilai 0 (nol) dikarenakan tidak ada kecelakaan/kerusakan pada kesehatan dan tidak ada kerusakan yang berarti pada aset. Sedangkan nilai konsekuensi untuk lingkungan dan reputasi mendapat nilai 3 (tiga) dikarenakan pembuangan yang terbatas yang mempengaruhi dan merusak lingkungan dan mendapat perhatian dari masyarakat daerah serta pemerintah daerah dan/atau kelompok tindakan mengambil sikap yang dapat merugikan bagi perusahaan. Penentuan nilai *risk rating* awal dengan mengambil nilai konsekuensi yang paling tinggi yaitu 3 (tiga) sehingga nilai *risk rating* awal adalah 6 (enam) dikategorikan rendah dan perlu kelola perbaikan terus menerus.

Pada gambar P&ID node tersebut teridentifikasi bahwa terdapat *safeguard* yaitu *Level Alarm High* (LAH), *Level Indicator Controller* (LIC), dan *drain to close drain*. LAH berfungsi sebagai alarm peringatan yang disetting 10% dari batas maksimum kapasitas *HP Flare Knock Out Drum* maka alarm akan berbunyi, LIC berfungsi sebagai pengatur indikator *level* pada *HP Flare Knock Out Drum*, dan *drain* berfungsi sebagai saluran apabila ada cairan yang keluar dari *HP flare* maka cairan tersebut akan menuju *slop tank*. *Safeguard* cukup meminimalisasi risiko yang ada sehingga nilai kemungkinan turun menjadi 1 (satu) dikarenakan dengan adanya *safeguard* tersebut dampak tersebut tidak pernah terdengar pada industri minyak dan gas sehingga nilai *residual risk rating* adalah 3 (tiga) dikategorikan rendah dan perlu kelola perbaikan secara terus menerus.

Rekomendasi yang diberikan terhadap dampak ini adalah perlu dilakukan Inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala terhadap unit tersebut.

6.9 Node *LP Flare Knock Out Drum*

LP Flare Knock Out Drum merupakan unit yang bertujuan untuk membuang gas tekanan rendah dari 2^{nd} *stage separator*, *produced water degassing vessel*, dan *closed drain vessel*. Ukuran *LP Flare Knock Out Drum* adalah 1200 mm (ID) x

2000 mm (*length*) – vessel dan 700 mm (ID) x 750 mm (*length*) – boot. Tekanan maksimum 700 kPag. Temperatur 10 – 100 °C.

Potensi bahaya penyimpangan terbesar adalah

- Pada deviasi rendahnya level dikarenakan pipa inlet mengalami kebocoran maka menghasilkan dampak yaitu gas *carry over* ke outlet cairan dan menyebabkan tekanan tinggi di downstream. Dampak tersebut dikategorikan *operability*.

Dampak tersebut mendapat nilai kemungkinan (*probability*) 2 (dua) dikarenakan gas *carry over* ke outlet cairan dan menyebabkan tekanan tinggi di downstream dikarenakan pernah terdengar di industri minyak dan gas.

Dampak gas *carry over* ke outlet cairan dan menyebabkan tekanan tinggi di *downstream* pada nilai konsekuensi untuk manusia dan lingkungan mendapat nilai 0 (nol) dikarenakan tidak ada kecelakaan/kerusakan pada kesehatan dan tidak ada kerusakan lingkungan yang mempengaruhi konsekuensi keuangan perusahaan. Sedangkan nilai konsekuensi untuk aset mendapat nilai 2 (dua) dikarenakan dampak tersebut menyebabkan gangguan singkat pada sistem sehingga kerusakan bernilai kurang dari USD 100.000. Untuk nilai konsekuensi reputasi mendapat nilai 1 (satu) dikarenakan Kesadaran masyarakat. mungkin ada atas terjadinya dampak ini namun tidak ada perhatian masyarakat. Penentuan nilai *risk rating* awal dengan mengambil nilai konsekuensi yang paling tinggi yaitu 2 (dua) sehingga nilai *risk rating* awal adalah 4 (empat) dikategorikan rendah dan perlu kelola perbaikan terus menerus.

Pada gambar P&ID node tersebut teridentifikasi bahwa terdapat *safeguard* yaitu *Level Alarm Low* (LAL) dan *Level Indicator Controller* (LIC). LIC berfungsi sebagai pengatur indikator *level* pada *LP Flare Knock Out Drum* di *LP Flare Knock Out Drum* dan LAL adalah sebagai alarm peringatan yang disetting 10% diatas kapasitas kosong apabila mencapai *level* tersebut maka alarm tersebut akan berbunyi. Kedua *safeguard* cukup meminimalisasi risiko yang ada sehingga nilai kemungkinan turun menjadi 1 (satu) dikarenakan dengan adanya *safeguard* tersebut dampak tersebut tidak pernah terdengar

pada industri minyak dan gas sehingga nilai *residual risk rating* adalah 2 (dua) dikategorikan rendah dan perlu kelola perbaikan secara terus menerus. Rekomendasi yang diberikan terhadap dampak ini adalah pemeliharaan rutin dan inspeksi pipa inlet separator.

- Pada deviasi tingginya tingkatan dikarenakan aliran berlebih dari *header flare* dan *plugging* di *line outlet* cairan akibat *scale* yang dikategorikan *hazard*. Keduanya berdampak cairan *carry over* ke LP *flare*.

Nilai kemungkinan (*probability*) dari dampak tersebut adalah 2 (dua) dikarenakan cairan *carry over* ke LP *flare* terdengar di Industri minyak & gas. Dampak cairan *carry over* ke *flare* pada nilai konsekuensi untuk manusia dan aset mendapat nilai 0 (nol) dikarenakan tidak ada kecelakaan/kerusakan pada kesehatan dan tidak ada kerusakan yang berarti pada aset. Nilai konsekuensi untuk lingkungan mendapat nilai 2 (dua) dikarenakan cukup terkontaminasi besar atau dibuang untuk merusak lingkungan, namun tidak ada efek yang lama yang berpengaruh terhadap lingkungan. Sedangkan nilai konsekuensi untuk reputasi adalah 1 (satu) dikarenakan kesadaran masyarakat mungkin ada terhadap dampak tersebut namun tetapi tidak ada perhatian dari masyarakat. Penentuan nilai *risk rating* awal dengan mengambil nilai konsekuensi yang paling tinggi yaitu 2 (dua) sehingga nilai *risk rating* awal adalah 4 (empat) dikategorikan rendah dan perlu kelola perbaikan terus menerus.

Pada gambar P&ID node tersebut teridentifikasi bahwa terdapat *safeguard* yaitu *Level Alarm High* (LAH), *Level Indicator Controller* (LIC), dan *drain to close drain*. LAH berfungsi sebagai alarm peringatan yang disetting 10% dibawah kapasitas penuh dari LP *Flare Knock Out Drum* apabila cairan mencapai batas tersebut maka alarm akan berbunyi, LIC berfungsi sebagai pengatur indikator *level* pada LP *Flare Knock Out Drum*, dan *drain* berfungsi sebagai saluran apabila ada cairan yang keluar dari LP *flare* maka cairan tersebut akan menuju *slop tank*. *Safeguard* cukup meminimalisasi risiko yang ada sehingga nilai kemungkinan turun menjadi 1 (satu) dikarenakan dengan adanya *safeguard* tersebut dampak tersebut tidak pernah terdengar pada

industri minyak dan gas sehingga nilai *residual risk rating* adalah 2 (dua) dikategorikan rendah dan perlu kelola perbaikan secara terus menerus.

Rekomendasi yang diberikan terhadap dampak ini adalah perlu dilakukan inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala terhadap unit tersebut.

- Pada deviasi tingginya temperatur dikarenakan temperatur tinggi di *upstream* yang dikategorikan *hazard* yang berdampak ekspansi pada *joint* dan *flange*.

Nilai kemungkinan (*probability*) dari dampak tersebut adalah 2 (dua) dikarenakan ekspansi pada *joint* dan *flange* terdengar di Industri minyak & gas.

Dampak ekspansi pada *joint* dan *flange* pada nilai konsekuensi untuk manusia dan reputasi mendapat nilai 0 (nol) dikarenakan tidak ada kecelakaan/kerusakan pada kesehatan dan masyarakat tidak sadar akan dampak tersebut. Nilai konsekuensi untuk lingkungan mendapat nilai 2 (dua) dikarenakan cukup terkontaminasi besar atau dibuang untuk merusak lingkungan, namun tidak ada efek yang lama yang berpengaruh terhadap lingkungan. Sedangkan nilai konsekuensi untuk aset adalah 1 (satu) dikarenakan dampak tersebut tidak mengganggu operasional dan kerusakan kurang dari USD 10.000. Penentuan nilai *risk rating* awal dengan mengambil nilai konsekuensi yang paling tinggi yaitu 2 (dua) sehingga nilai *risk rating* awal adalah 4 (empat) dikategorikan rendah dan perlu kelola perbaikan terus menerus.

Pada gambar P&ID node tersebut teridentifikasi bahwa tidak terdapat *safeguard* untuk meminimalisasi risiko yang ada maka nilai kemungkinan tetap menjadi 2 (dua) sehingga nilai *residual risk rating* adalah 4 (empat) dikategorikan rendah dan perlu kelola perbaikan secara terus menerus.

Rekomendasi yang diberikan terhadap dampak ini adalah perlu dilakukan perlu dipasang *Temperatur Indicator* (TI), melakukan inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala.

6.10 Node Closed Drain Vessel

Closed Drain Vessel merupakan unit yang menyimpan persediaan cairan dari bejana terbesar yang dibuang. Ukuran *Closed drain vessel* adalah 2200 mm (ID) x 6000 mm (*length*) – *vessel* dan 670 mm (ID) x 750 mm (*length*) – *boot*. Tekanan maksimum 1000 kPag. Temperature 10 – 100 °C.

Potensi bahaya penyimpangan terbesar adalah

- Pada deviasi tingginya tekanan dikarenakan tekanan tinggi dari *header*.

Dampak yang terjadi akibat tekanan tinggi dari *header* dibagi menjadi 2 kategori, yaitu *operability* dan *hazard*.

Untuk kategori *hazard* tidak perlu mendapat perhatian dikarenakan dampak yang terjadi adalah tidak sempurnanya separasi/perpisahan fluida dan nilai kemungkinan (*probability*) yang didapat lebih kecil dari kategori *operability* sehingga nilai *risk rating* awalnya lebih kecil walaupun nilai konsekuensi dari *hazard* lebih besar dari *operability* dikarenakan *closed drain vessel* meledak tidak pernah terdengar di industri minyak dan gas.

Kategori *operability* yang terjadi adalah separasi fluida yang tidak sempurna. Dampak tersebut mendapat nilai 2 (dua) untuk nilai kemungkinan (*probability*) dikarenakan separasi fluida yang tidak sempurna pernah terdengar di industri minyak dan gas.

Dampak separasi fluida yang tidak sempurna pada nilai konsekuensi untuk manusia dan lingkungan mendapat nilai 0 (nol) dikarenakan tidak ada kecelakaan/kerusakan pada kesehatan dan tidak ada kerusakan lingkungan yang mempengaruhi konsekuensi keuangan perusahaan. Sedangkan nilai konsekuensi untuk aset adalah 2 (dua) dikarenakan dampak tersebut dapat mengganggu sistem pada waktu singkat sehingga kerusakan dinilai kurang dari USD 100.000. Untuk nilai konsekuensi untuk reputasi adalah 1 (satu) dikarenakan kesadaran masyarakat akan dampak ini ada namun tidak perhatian masyarakat terhadap dampak tersebut. Penentuan nilai *risk rating* awal dengan mengambil nilai konsekuensi yang paling tinggi yaitu 2 (dua) sehingga nilai *risk rating* awal adalah 4 (empat) dikategorikan rendah dan perlu kelola perbaikan terus menerus.

Pada gambar P&ID node tersebut teridentifikasi bahwa hanya terdapat *Pressure Indicator* (PI) sebagai *safeguard*. PI berfungsi hanya sebagai indikator tekanan pada *closed drain vessel* sehingga tidak mampu meminimalisasi risiko yang ada maka nilai *residual risk rating* tetap 4 (empat) dikategorikan rendah namun perlu kelola perbaikan secara terus menerus.

Oleh karena itu direkomendasikan bahwa perlu dipasang *rupture disc* yang disetting pada 990 kPag dan PSV disetting pada 980 kPag di *Closed drain vessel*, serta inspeksi dan pemeliharaan rutin lainnya secara berkala.

- Pada deviasi rendahnya *level* dikarenakan pipa inlet mengalami kebocoran maka menghasilkan dampak yaitu gas *carry over* ke outlet cairan dan menyebabkan tekanan tinggi di *downstream*. Dampak tersebut dikategorikan *operability*.

Dampak tersebut mendapat nilai kemungkinan (*probability*) 2 (dua) dikarenakan gas *carry over* ke outlet cairan dan menyebabkan tekanan tinggi di *downstream* dikarenakan pernah terdengar di industri minyak dan gas.

Dampak gas *carry over* ke outlet cairan dan menyebabkan tekanan tinggi di *downstream* pada nilai konsekuensi untuk manusia dan lingkungan mendapat nilai 0 (nol) dikarenakan tidak ada kecelakaan/kerusakan pada kesehatan dan tidak ada kerusakan lingkungan yang mempengaruhi konsekuensi keuangan perusahaan. Sedangkan nilai konsekuensi untuk aset mendapat nilai 2 (dua) dikarenakan dampak tersebut menyebabkan gangguan singkat pada sistem sehingga kerusakan bernilai kurang dari USD 100.000. Untuk nilai konsekuensi reputasi mendapat nilai 1 (satu) dikarenakan Kesadaran masyarakat. mungkin ada atas terjadinya dampak ini namun tidak ada perhatian masyarakat. Penentuan nilai *risk rating* awal dengan mengambil nilai konsekuensi yang paling tinggi yaitu 2 (dua) sehingga nilai *risk rating* awal adalah 4 (empat) dikategorikan rendah dan perlu kelola perbaikan terus menerus.

Pada gambar P&ID node tersebut teridentifikasi bahwa terdapat *safeguard* yaitu *Level Alarm Low* (LAL) dan *Level Indicator Controller* (LIC). LIC berfungsi sebagai pengatur indikator *level* pada *Close Drain Vessel* dan LAL

adalah sebagai alarm peringatan yang disetting 10% diatas kapasitas kosong di unit tersebut. Kedua *safeguard* cukup meminimalisasi risiko yang ada sehingga nilai kemungkinan turun menjadi 1 (satu) dikarenakan dengan adanya *safeguard* tersebut dampak tersebut tidak pernah terdengar pada industri minyak dan gas sehingga nilai *residual risk rating* adalah 2 (dua) dikategorikan rendah dan perlu kelola perbaikan secara terus menerus.

Rekomendasi yang diberikan terhadap dampak ini adalah pemeliharaan rutin dan inspeksi pipa inlet separator.

- Pada deviasi tingginya tingkatan dikarenakan aliran berlebih dari *header flare* dan *plugging* di *line outlet* cairan akibat *scale* yang dikategorikan *hazard*. Keduanya berdampak cairan *carry over* ke LP *flare*.

Nilai kemungkinan (*probability*) dari dampak tersebut adalah 2 (dua) dikarenakan cairan *carry over* ke LP *flare* terdengar di Industri minyak & gas. Dampak cairan *carry over* ke *flare* pada nilai konsekuensi untuk manusia dan aset mendapat nilai 0 (nol) dikarenakan tidak ada kecelakaan/kerusakan pada kesehatan dan tidak ada kerusakan yang berarti pada aset. Nilai konsekuensi untuk lingkungan mendapat nilai 2 (dua) dikarenakan cukup terkontaminasi besar atau dibuang untuk merusak lingkungan, namun tidak ada efek yang lama yang berpengaruh terhadap lingkungan. Sedangkan nilai konsekuensi untuk reputasi adalah 1 (satu) dikarenakan kesadaran masyarakat mungkin ada terhadap dampak tersebut namun tetapi tidak ada perhatian dari masyarakat. Penentuan nilai *risk rating* awal dengan mengambil nilai konsekuensi yang paling tinggi yaitu 2 (dua) sehingga nilai *risk rating* awal adalah 4 (empat) dikategorikan rendah dan perlu kelola perbaikan terus menerus.

Pada gambar P&ID node tersebut teridentifikasi bahwa terdapat *safeguard* yaitu *Level Alarm High* (LAH), *Level Indicator Controller* (LIC), dan *drain to slop tank*. LAH berfungsi sebagai alarm peringatan yang disetting 10% dibawah kapasitas penuh pada *Close Drain Vessel*, LIC berfungsi sebagai pengatur indikator *level* pada *Close Drain Vessel*, dan *drain* berfungsi sebagai saluran apabila ada cairan yang keluar dari LP *flare* maka cairan tersebut akan menuju *slop tank*. *Safeguard* cukup meminimalisasi risiko yang ada

sehingga nilai kemungkinan turun menjadi 1 (satu) dikarenakan dengan adanya *safeguard* tersebut dampak tersebut tidak pernah terdengar pada industri minyak dan gas sehingga nilai *residual risk rating* adalah 2 (dua) dikategorikan rendah dan perlu kelola perbaikan secara terus menerus.

Rekomendasi yang diberikan terhadap dampak ini adalah perlu dilakukan inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala terhadap unit tersebut.

6.11 Node Condensate Return Pump

Condensate Return Pump merupakan pompa yang digunakan untuk mengalirkan air ke 2nd *stage separator* dari *closed drain vessel*.

Potensi bahaya penyimpangan yang terjadi pada *condensate return pump* adalah potensi tekanan tinggi pada sistem yang disebabkan oleh *discharge valve* gagal membuka.

Dampak yang terjadi akibat *discharge valve* gagal membuka dikategorikan kepada *operability* yaitu *impeller* pompa rusak dan *hose discharge* rusak.

Dampak tersebut mendapat nilai kemungkinan (*probability*) adalah 3 (tiga) dikarenakan *discharge valve* gagal membuka pernah terjadi di perusahaan.

Sedangkan untuk nilai konsekuensi terhadap dampak terhadap manusia adalah 0 (nol) dikarenakan tidak ada efek terhadap kecelakaan dan kesehatan, terhadap aset adalah 2 (dua) dikarenakan apabila *discharge valve* mengalami kerusakan akan mengalami gangguan singkat yang diperkirakan kerusakan kurang dari USD 100.000, terhadap lingkungan mendapat nilai 1 (satu) dikarenakan kerusakan terjadi di dalam pagar dan di dalam sistem maka konsekuensi terhadap keuangan diabaikan, dan terhadap reputasi tidak ada dampak sehingga masyarakat tidak sadar.

Untuk menentukan nilai *risk rating* awal maka diambil nilai konsekuensi paling tinggi diantara nilai konsekuensi yang ada yaitu 2 (dua) maka nilai *risk rating* awalnya adalah 6 (enam) yang dikategorikan rendah dan perlu kelola perbaikan secara terus menerus.

Pada gambar P&ID teridentifikasi bahwa terdapat *safeguard* yaitu PAH yang disetting 10% dibawah tekanan maksimum dan *shutdown valve*. Dengan adanya 2

safeguard tersebut sudah dapat meminimalisasi risiko yang terjadi dikarenakan jumlah *produced water pump* pada sistem adalah 2 buah sehingga apabila terdapat kerusakan maka akan dialihkan kepada pompa cadangan. Sehingga nilai kemungkinan (*probability*) setelah teridentifikasi adanya *safeguard* menjadi 1 (satu) dikarenakan dengan penambahan *safeguard* tersebut dampak tersebut tidak pernah terdengar pada industri minyak dan gas lagi maka nilai *residual risk rating* menjadi 2 (dua) yang dikategorikan rendah.

Rekomendasi terhadap node ini adalah perlu dilakukan inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala.

6.12 Node *Fuel Gas Knock Out Drum*

Fuel Gas Knock Out Drum merupakan unit yang berfungsi untuk memisahkan gas dari cairan yang berasal dari *1st stage separator* yang kemudian dialirkan ke *2nd stage separator*. Tekanan maksimum 3500 kPag. Temperature -29 – 120 °C

Potensi bahaya penyimpangan terbesar pada *Fuel Gas Knock Out Drum* adalah potensi tekanan tertinggi pada sistem disebabkan oleh Outlet gas *KO drum* mengalami *plugging* dan tekanan tinggi dari *upstream*.

Dampak yang terjadi akibat Outlet gas *KO drum* mengalami *plugging* dan tekanan tinggi dari *upstream* dibagi menjadi 2 kategori, yaitu *operability* dan *hazard*.

Untuk kategori *operability* tidak perlu mendapat perhatian dikarenakan dampak yang terjadi adalah tidak sempurnanya separasi/perpisahan fluida dan dikarenakan nilai *risk rating* awal yang didapat lebih kecil dari kategori *hazard*.

Kategori *hazard* yang terjadi adalah meledaknya *KO drum*. Dampak tersebut mendapat nilai 2 (dua) untuk nilai kemungkinan (*probability*) dikarenakan meledaknya *KO drum* terdengar pada industri minyak dan gas.

Dampak meledaknya *KO drum* pada nilai konsekuensi untuk manusia, aset, lingkungan, dan reputasi mendapat nilai 4 (empat) dikarenakan mengakibatkan kematian 1 – 3 orang atau kerusakan kesehatan yang tidak dapat diubah dengan cacat serius atau kematian, menyebabkan hilangnya sebagian operasional diperkirakan 2 minggu mengalami *shutdown* dengan kerugian senilai USD

10.000.000, mengalami kerusakan lingkungan yang parah sehingga perusahaan diwajibkan mengambil tindakan yang meluas untuk memulihkan lingkungan yang rusak, dan berdampak nasional utama mendapat perhatian dari masyarakat nasional yang dapat berdampak terhadap kebijakan nasional/daerah dengan langkah-langkah yang berpotensi membatasi dan/atau dampak terhadap pemberian lisensi terhadap perusahaan tersebut. Maka nilai *risk rating awal* adalah 8 (delapan) yang dikategorikan sedang.

Pada gambar P&ID node tersebut teridentifikasi bahwa terdapat *safeguard* yaitu *Pressure Alarm High* (PAH) yang disetting pada 3150 kPag. *Safeguard* tersebut berfungsi hanya sebagai peringatan bahwa tekanan pada *Fuel Gas Knock Out Drum* apabila mencapai 3150 kPag maka alarm akan bunyi untuk menghindari *Fuel Gas Knock Out Drum* meledak dikarenakan Outlet gas *KO drum* mengalami *plugging* dan tekanan tinggi dari *upstream*. Oleh karena kinerja *safeguard* PAH hanya sebagai peringatan maka nilai *residual risk rating* adalah 8 (delapan) dikategorikan sedang.

Oleh karena itu direkomendasikan bahwa perlu dipasang *rupture disc* dan PSV serta dilakukan inspeksi dan pemeliharaan rutin lainnya secara berkala.

6.13 Node *Fuel Gas Scrubber*

Fuel Gas Scrubber merupakan unit yang berfungsi untuk melengkapi gas yang berpisah dari cairan yang berasal dari *Fuel Gas Knock Out Drum* dengan *mist mat*. Tekanan maksimum 3500 kPag. Temperature -29 – 120 °C.

Potensi bahaya penyimpanan terbesar pada *Fuel Gas Scrubber* adalah potensi tekanan tertinggi pada sistem disebabkan oleh Outlet gas *KO drum* mengalami *plugging* dan tekanan tinggi dari *upstream*.

Dampak yang terjadi akibat kegagalan membuka pada PSV dibagi menjadi 2 kategori, yaitu *operability* dan *hazard*.

Untuk kategori *operability* tidak perlu mendapat perhatian dikarenakan dampak yang terjadi adalah tidak sempurnanya separasi/perpisahan fluida dan dikarenakan nilai *risk rating awal* yang didapat lebih kecil dari kategori *hazard*.

Kategori *hazard* yang terjadi adalah meledaknya *Fuel Gas Scrubber*. Dampak tersebut mendapat nilai 3 (tiga) untuk nilai kemungkinan (*probability*) dikarenakan meledaknya *Fuel Gas Scrubber* pernah terjadi di perusahaan tersebut.

Dampak meledaknya *Fuel Gas Scrubber* pada nilai konsekuensi untuk manusia, aset, lingkungan, dan reputasi mendapat nilai 4 (empat) dikarenakan mengakibatkan kematian 1 – 3 orang atau kerusakan kesehatan yang tidak dapat diubah dengan cacat serius atau kematian, menyebabkan hilangnya sebagian operasional diperkirakan 2 minggu mengalami *shutdown* dengan kerugian senilai USD 10.000.000, mengalami kerusakan lingkungan yang parah sehingga perusahaan diwajibkan mengambil tindakan yang meluas untuk memulihkan lingkungan yang rusak, dan berdampak nasional utama mendapat perhatian dari masyarakat nasional yang dapat berdampak terhadap kebijakan nasional/daerah dengan langkah-langkah yang berpotensi membatasi dan/atau dampak terhadap pemberian lisensi terhadap perusahaan tersebut. Maka nilai *risk rating awal* adalah 12 (dua belas) yang dikategorikan sedang.

Pada gambar P&ID node tersebut teridentifikasi bahwa terdapat *safeguard* yaitu *Pressure Indicator* (PI). *Safeguard* tersebut berfungsi hanya sebagai indikator terhadap tekanan pada *Fuel Gas Scrubber* sudah melewati batas maksimum tekanan yang didesain maka *Fuel Gas Scrubber* akan meledak dikarenakan kegagalan membuka pada PSV. Oleh karena kinerja *safeguard* PI hanya sebagai indikator maka nilai *residual risk rating* adalah 12 (dua belas) dikategorikan sedang.

Oleh karena itu direkomendasikan bahwa perlu dipasang *rupture disc* dan inspeksi PSV, inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala.

6.14 Node Fuel Gas Filter Coalester

Fuel Gas Filter Coalester merupakan unit yang berfungsi untuk menyaring gas terhadap cairan yang kemudian dilanjutkan ke 2nd *stage separator*.

Potensi bahaya penyimpangan terbesar pada *Fuel Gas Filter Coalester* adalah potensi tekanan tertinggi pada sistem disebabkan oleh Outlet gas *KO drum*

mengalami *plugging* dan tekanan tinggi dari *upstream*. Tekanan maksimum 3500 kPag. Temperature -29 – 120 °C.

Dampak yang terjadi akibat kegagalan membuka pada PSV dibagi menjadi 2 kategori, yaitu *operability* dan *hazard*.

Untuk kategori *operability* tidak perlu mendapat perhatian dikarenakan dampak yang terjadi adalah tidak sempurnanya separasi/perpisahan fluida dan dikarenakan nilai *risk rating* awal yang didapat lebih kecil dari kategori *hazard*.

Kategori *hazard* yang terjadi adalah meledaknya *Fuel Gas Filter Coalester*. Dampak tersebut mendapat nilai 3 (tiga) untuk nilai kemungkinan (*probability*) dikarenakan meledaknya *Fuel Gas Filter Coalester* pernah terjadi di perusahaan tersebut.

Dampak meledaknya *Fuel Gas Filter Coalester* pada nilai konsekuensi untuk manusia, aset, lingkungan, dan reputasi mendapat nilai 4 (empat) dikarenakan mengakibatkan kematian 1 – 3 orang atau kerusakan kesehatan yang tidak dapat diubah dengan cacat serius atau kematian, menyebabkan hilangnya sebagian operasional diperkirakan 2 minggu mengalami *shutdown* dengan kerugian senilai USD 10.000.000, mengalami kerusakan lingkungan yang parah sehingga perusahaan diwajibkan mengambil tindakan yang meluas untuk memulihkan lingkungan yang rusak, dan berdampak nasional utama mendapat perhatian dari masyarakat nasional yang dapat berdampak terhadap kebijakan nasional/daerah dengan langkah-langkah yang berpotensi membatasi dan/atau dampak terhadap pemberian lisensi terhadap perusahaan tersebut. Maka nilai *risk rating awal* adalah 12 (dua belas) yang dikategorikan sedang.

Pada gambar P&ID node tersebut teridentifikasi bahwa terdapat *safeguard* yaitu *Pressure Indicator (PI)*. *Safeguard* tersebut berfungsi hanya sebagai indikator terhadap tekanan pada *Fuel Gas Filter Coalester* sudah melewati batas maksimum tekanan yang didesain maka *Fuel Gas Filter Coalester* akan meledak dikarenakan kegagalan membuka pada PSV. Oleh karena kinerja *safeguard PI* hanya sebagai indikator tekanan maka nilai *residual risk rating* adalah 12 (dua belas) dikategorikan sedang.

Oleh karena itu direkomendasikan bahwa perlu dipasang *rupture disc* dan inspeksi PSV, inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala.

6.15 Node *Fuel Gas Superheater*

Fuel Gas Superheater merupakan unit yang memanaskan minyak pada suhu 28°C yang kemudian minyak tersebut akan melalui penyaringan 2 (dua) kali oleh *Fuel Gas Filter Coalester*. Tekanan maksimum 3500 kPag. Temperature -29 – 120 °C.

Potensi bahaya penyimpangan terbesar pada *Fuel Gas Superheater* adalah pada deviasi temperatur rendah dan tinggi yang berdampak proses pemanasan *fuel* tidak sempurna.

Dampak yang terjadi akibat *over flow* dari upstream ketika deviasi temperatur rendah dan kekurangan *flow* dari upstream dikategorikan sebagai *operability*.

Dampak tersebut mendapat nilai 2 (dua) untuk nilai kemungkinan (*probability*) dikarenakan proses pemanasan *fuel* tidak sempurna terdengar pada industri minyak dan gas.

Dampak proses pemanasan *fuel* tidak sempurna pada nilai konsekuensi untuk manusia, lingkungan, dan reputasi mendapat nilai 0 (nol) dikarenakan tidak ada cedera atau kerusakan pada kesehatan, tidak ada kerusakan lingkungan yang mempengaruhi konsekuensi keuangan perusahaan, dan masyarakat tidak sadar akan dampak tersebut apabila terjadi. Sedangkan untuk nilai konsekuensi pada aset adalah 2 (dua) dikarenakan apabila terjadi dampak tersebut maka sistem akan mengalami gangguan singkat yang diestimasikan biaya kerusakan kurang dari USD 100.000. Untuk menentukan nilai *risk rating* awal maka diambil nilai konsekuensi paling tinggi diantara nilai konsekuensi yang ada yaitu 2 (dua) maka nilai *risk rating* awalnya adalah 4 (empat) yang dikategorikan rendah dan perlu dikelola perbaikan secara terus menerus.

Pada gambar P&ID node tersebut teridentifikasi bahwa terdapat *safeguard* yaitu *Temperature Alarm Low Low* (TALL) yang disetting -23 °C, dan untuk temperature tinggi terdapat *Temperature Alarm High High* (TAHH) yang disetting 114 °C, *Temperature Z Alarm High High* (TZAHH) yang disetting 114 °C, dan *Shutdown Valve* (SDV). *Safeguard* cukup meminimalisasi risiko yang ada sehingga nilai kemungkinan turun menjadi 1 (satu) dikarenakan dengan adanya *safeguard* dampak tersebut tidak pernah terdengar di industri minyak dan gas

maka nilai *residual risk rating* adalah 2 (dua) dikategorikan rendah dan perlu dikelola perbaikan secara terus menerus.

Oleh karena itu direkomendasikan bahwa inspeksi dan pemeliharaan rutin secara berkala pada unit tersebut harus dilakukan.



BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

- 7.1.1 Kegiatan proses produksi minyak dan gas bumi di FPSO merupakan kegiatan yang mempunyai risiko dan bahaya yang tinggi serta yang dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan, baik berupa pada kecelakaan manusia, kerusakan asset, pencemaran lingkungan, dll. Untuk meminimalisasi risiko dan bahaya tersebut harus dilakukan suatu penilaian risiko dengan menggunakan metode HAZOPS.
- 7.1.2 Penilaian risiko keselamatan proses dengan menggunakan metode HAZOPS menghasilkan beberapa rekomendasi dalam pemasangan *safeguard* agar proses produksi minyak di *Floating Production Storage Offloading* (FPSO) untuk Proyek Petronas Bukit Tua dapat berjalan dengan aman. Jumlah node yang dilakukan evaluasi adalah 14 buah node.
- 7.1.3 Bahaya proses yang terjadi pada FPSO untuk Proyek Petronas Bukit Tua adalah bahaya yang terjadi akibat penyimpangan pada tekanan, *level*, temperatur, dan aliran.
- 7.1.4 Analisis HAZOPS yang dilakukan pada gambar P&ID tahap desain proses produksi minyak dan gas di FPSO, nilai *probability* dan nilai *consequences* dilakukan berdasarkan kemungkinan dan keparahan yang terjadi dari 112 kejadian dari 14 node yang berpotensi terjadinya bahaya dalam proses produksi minyak dan gas tersebut. Nilai *probability* tertinggi adalah 3 (tiga) sedangkan nilai *consequences* adalah 4 (empat).
- 7.1.5 Pada penelitian ini, jumlah *safeguard* yang telah teridentifikasi pada tahap desain proses produksi minyak dan gas di FPSO untuk Proyek Petronas Bukit Tua adalah 267 unit, yang terdiri dari *alarm system*, *safety valve*, *control valve*, saluran pembuangan, *temperature system*, *shutdown valve*, dll.

7.1.6 Faktor-faktor dominan yang mempunyai pengaruh terhadap tingkat keselamatan pada proses produksi di FPSO adalah adanya sistem *safeguard* pada sistem tersebut, adanya program inspeksi dan pemeliharaan yang rutin terhadap peralatan-peralatan tersebut, faktor proses yang berhubungan, terutama aspek tekanan dan kondisi dari fluida yang terdapat dalam proses, dan faktor tingkat toksisitas fluida hidrokarbon dalam proses.

7.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini beberapa saran yang dapat dijadikan suatu rekomendasi dalam pengendalian risiko dalam tahap desain proses produksi minyak dan gas di FPSO, antara lain:

1. Memasang *rupture disc* untuk mencegah terjadinya ledakan apabila terjadi tekanan tinggi dan *safeguard* yang ada mengalami kegagalan fungsi atau rusak, dan memasang *nipple* pada *drain pipe* untuk *back wash* pada saat *drain* buntu pada *1st stage separator*.
2. Memasang *rupture disc* untuk mencegah terjadinya ledakan apabila terjadi tekanan tinggi dan *safeguard* yang ada mengalami kegagalan fungsi atau rusak pada *2nd stage separator*.
3. Melakukan pengujian pompa secara rutin pada *produced water pump*, *produced recycle pump*, dan *condensate return pump*.
4. Memasang *rupture disc* dan *pressure safety valve* untuk mencegah terjadinya ledakan apabila terjadi tekanan tinggi dan *safeguard* yang ada mengalami kegagalan fungsi atau rusak pada *Degasser Vessel*.
5. Memasang *rupture disc* untuk mencegah terjadinya ledakan apabila terjadi tekanan tinggi dan *safeguard* yang ada mengalami kegagalan fungsi atau rusak pada *fuel gas scrubber* dan *fuel gas filter coalescer*.
6. Melakukan inspeksi dan pemeliharaan rutin terhadap semua peralatan berikut *safetyguard* dan pipa yang merupakan bagian dari proses produksi minyak dan gas tersebut apabila nantinya FPSO dioperasikan.
7. Menjaga kebersihan di sekitar fasilitas proses produksi minyak dan gas pada FPSO dari ceceran minyak kondensat disekitar pipa dan *separator*.

8. Memakai APD dan peralatan pendukung yang dianjurkan apabila akan melakukan suatu inspeksi, pemeliharaan, pengujian, dan penggantian terhadap peralatan, *safeguard*, dan pompa yang terdapat pada fasilitas proses produksi minyak dan gas di FPSO apabila nantinya FPSO dioperasikan.



DAFTAR REFERENSI

- Alford, G. (1997). *FPSO classification*. February 16, 2010.
- American Institute of Chemical Engineer. (1995). *Guidelines for Process Safety Documentation*. Center for Chemical Process Safety, New York, US.
- American Petroleum Institute. (1998). *API Recommended Practice 14C : Recommended Practice for Analysis, Design, Installation, and Testing of Basic Surface Safety Systems for Offshore Production Platforms 6th Edition*. March 1998.
- American Society of Mechanical Engineer. (2007). *Pressure Vessel Code Section VIII Division 1*.
- Blyth, M. (2008). *Risk and Security Management*. John Wiley & Sons Inc. Hoboken, New Jersey.
- Boyun Guo, Shanhong Hong, and Chacko, J., Ghalambor, A. (2005). *Offshore Pipelines*. June 2004. Elsevier Inc, UK.
- Crowl, D. A., and Louvar, J. F. (2002). *Chemical Process Safety Fundamental with Applications 2nd Edition*. Prentice Hall. New Jersey.
- Det Norske Veritas. (2002). *Marine Risk Assessment*. March 17, 2010. Offshore Technology Report.
- Devold, H. (2006). *Oil and Gas Production Handbook*. June 2006. ABB ATPA Oil and Gas. Oslo.

Dickenson, C. (1999). *Valves, Piping, and Pipelines Handbook 3rd Edition*.
September 1999. Elsevier Science Ltd. Japan.

Germanischer Lloyd. (2009). *GALIOM* [Computer software].

Jeom Kee Paik, and Thayambali A. K. 2007. *Ship-shaped Offshore Installation*.
Cambridge University. New York.

Kristiansen, S. (2005). *Maritime Transportation Safety Management and Risk Analysis*. Elsevier. Great Britain.

Macdonald, D. (2004). *Practical Hazops, Trips, and Alarms*. Elsevier.
Netherlands.

Mannan, S. (2005). *Lee's Loss Prevention in the Process Industries 3rd Edition*.
Elsevier. US.

Mather, A. (1995). *An Introduction Offshore Engineering*. Witherby Publisher.
Great Britain.

Moan, T., Amdahl, J., Xiaozhi Wang, and Spencer J. (2002). *Risk assessment of FPSOs, with emphasis on collision*. September 24-27, 2002. SNAME Annual Meeting, ABS Technical Papers.

OGP. (2006). *Guidelines for Managing Marine Risk Associated with FPSOs*.
April 2006. International Association of Oil & Gas Producers.

Oil & Gas UK. (2009). *Accidents statistics for offshore units on the UKCS 1990-2007*. February 15, 2010.

Pareto Securities AS (2008, April 22). *Prosafe SE : Prepared in connection with the divesting of the floating production business unit into a separate company*. March 12, 2010.

Sanusi (2010, January 19). *Pelaksanaan asas cabotage kapal asing diberi toleransi hingga 2011*. Investor, 30.

US Coast Guard, PVA, and CTAC. *Marine Operation Risk Guide*. March 12, 2010.

Wikipedia (2010, March 15). *Floating production storage and offloading*. http://en.wikipedia.org/wiki/Floating_Production_Storage_and_Offloading







SPEKIFIKASI & GAMBAR KAPAL

General Details

Name **FOUR BAY**

Owner **PREMUDA S.P.A.**

Flag **ITALIAN**

Operator **PREMUDA S.P.A.**

Current Status (Design/Building/Trading/Layup/Other) **Trading**

Classification Society **R.I.NA. / ABS**

Classification Marks **C * OIL TANKER ESP-DOUBLE HULL
Unrestricted Navigation * AUT-UMS**

Validity of Loadline Certificate **31.07.2010**

SAFCON **31.07.2010**

SAF-EQUIPMENT MARPOL **23.09.2007 / 31.07.2010**

Gross Registered Tonnage Tropical DWT **52176**

Light Weight Tonnage M/T **27904**

1.1 Construction

Type of Hull:

Single Hull..... Double Hull... YES..... Double Bottom..... Double Side.....

Dimensions:

Length Overall 233,60 mt.....

Length between Perpendiculars 233,00 mt.....

Beam Extreme 42,60 mt.....

Draft, fully laden in salt water on Classified Tropical Freeboard 4817 mm (summer draft)

Molded Depth 19,80 mt

Storage Capacity, fully laden in salt water with oil of 38.8° API gravity at TL 600000 bbls

Lightship Draft 16,535 mt.....

Yard Built 1992.....

Date Contract Placed 01.02.1989.....

Date 1st Hull Unit Laid 21.12.1992.....

Date of Acceptance Trials===.....

Date of Delivery 21.07.1995.....

Date	
Unia	2010.
Company	M3ENERGY BERHAD

2.0 Vessel History

Date of Last Dry-dock July 2005 _____
 Date of 1st Special Survey July 2000 _____
 Date of 2nd Special Survey July 2005 _____
 Date of Next Special Survey July 2010 _____
 Outstanding Class Requirements === _____

Has the Vessel:

- been grounded Never _____
- had a fire in the engine room Never _____
- had a fire in the accom. block Never _____
- been in a collision Never _____

Provide details of extent of damage and repairs === _____

3.0 Tank Capacities and Grades

3.1 Bunkers

- (a) Grade of Bunkers Main Engine IFO 380.....
- (b) Grade of Bunkers Auxiliaries MGO.....
- (c) Maximum rates at which lines will receive bunkers 300 cu.m.....
- (d) Capacities (100% Full)
 - Bunker C 1470 cu.m.....
 - Marine Diesel 1240 cu.m.....
 - Highspeed Diesel =====.....

3.2 Fresh and Distilled Water Tanks

Distilled Water 100% - 104.5 cu.mt./h

Raw Feed Water ... 337.0 cu.mt./h

Potable Water 104,5 cu.mt./h

Support Vessel Transfer Tanks =====.....

Others ===.....

3.3 Cargo Tanks

State cargo tank capacities in barrels at an API 38.8 at 60° C

Date	July 2010
Company	M3ENERGY BERHAD

- (a) Number of compartment (excluding slop tanks) : 7 COT.....
- (b) Slop tank capacity : 2 Nos : 2x 1828,5 tot. at 100% - 2x 1791,9 tot. at 98%.....
- (c) Production tank capacity (no of tanks/capacity of each tank) – 100% - 98% m³
2 Production tanks, N 4-5: 14568,8 /14277,4
- (d) Total cargo capacity (98% Full) : 69836.6 cum (98%, Excl.production and Slops)
- (e) Number of grade segregation achieved with two valve separation : 3.....
- (f) Maximum Reid's Vapour Pressure (RVP) and Total Vapour Pressure (TVP)
 Tank vents open at 16.4 psia and have a maximum venting capacity of 3500 m³/hr
- (g) Type of tank ullage gauging equipment fitted COT: Tank Radar System "SAAB"...
- (h) Have the cargo tank volumes been certified by an accredited agency?
 Yes, by Fincantieri Shipyard under R.I.NA.. and ABS supervision
- (g) Heating coils
 Coil material Aluminium Brass.....
 Heating medium Steam

4.4 Slop Tanks and Tank Cleaning

- (a) Type of tank cleaning equipment fitted : Polar Jet PJ 60 T.....
- (b) Type of gas extraction equipment fitted : Portable hydro/pneumatic fans.....
- (c) Sludge tank capacity : 22,6 cu.mt./h
- (d) Oil/water separator system fitted. State method of achieving a Oil in Water discharge ratio of less than 25 PPM
 Oil discharge Monitoring "ODME" SINTESI 3000/2 – 30 lt /mile
 Oil Bilge Water Separator "FACET" Mod. 10B MKII : 15 PPM
- e) State type and particulars of Inert Gas System Fitted
 Moss Flue Gas System 9400 N.cu.mt/h

4.5 Ballasting System

- (a) Is vessel equipped with separate ballasting system? YES.....
- (b) State percentage of ship's summer deadweight separate system can obtain : 41%
- (c) Number of pumps for handling ballast as in (b) : n. 2 Electr./centrifugal pumps + 1 Eductor
- (d) Designed rated capacity of each pump in barrels/hour and design head at pump corresponding to this capacity : 9,400 bbl/hr x 25 mLC (each pump).....

TECHNICAL AND UNPRICED COMMERCIAL BID Page 3 of 28 Identifikasi bahaya..., Yusuf Wachyudi, FKM	Date	
	Uraian	2010
	Company	M3NERGY BERHAD

- (e) Estimated steam consumption of each pump when discharging to capacity as aboveN.A.....
- (f) Total capacity of segregated ballast tanks – 100% : 38922,7 cu.mt (with frwd/aft peak).

4.0 Machinery

4.1 Main Engine

Manufacturer SULZER.....
 Type RTA 62.....
 In Service YES... Decommissioned Removed

4.2 Boiler and Steam Output

- (a) Number and type of boilers : N. 2 Aux. Boilers “ MACCHI” (2 New Deck Triple fuel Boilers will be added)...
- (b) Maximum steam output available : 20000 kg/h at 255° C (new boilers 60t/ hr capacity at 37 bara and 350 C).....
- (c) Normal service output 15-18000 kg/h at 255° C.....
- (d) Estimation steam required for auxiliaries and FPSO services at FPSO service maximum Cargo Discharge Rate (14,000 bbls/hr) as a percentage of MCR

 Estimated about 48.5 ton/hr for the FPSO and topsides (about 81% of the capacity of one of the new boilers).....
- (e) Description of Automatic Combustion/Burner Management System (ACC/BMS)

 BAILEY Control System /Hamworthy Burners.....
- (f) Estimated consumption rate of FUEL GAS for highest demand conditions of FPSO including concurrent operations (Identified in Scope of Work C8.2) and all other support services onboard the FPSO. FUEL GAS shall be the sole fuel for all services in calculating the consumption rate.

HEATING, Steam and FUEL GAS requirements

		PROCESSING (kg/hr steam)		PROCESSING and CUSTODY TRANSFER (kg/hr steam)	
A	1) Incoming PRODUCT HEATING	(PRODUCT HEATING during LOADING & CUSTODY TRANSFER to be considered equal)			
	2) HEATING				
	(i) Incoming product 15,000 bbls/day@ 25°C	6,500		6,500	
	(ii) Production tanks maintained 60°C (Note 2)	3,300		3,300	
	(iii) Cargo tanks maintained 45°C (Note 2)	4,700		4,700	
	(iv) Slop tanks maintained 60°C (Note 2)	700		700	
	(v) HEATING 300,000 bbls from 45 to 53°C (Note 2)	7,400		7,400	
	3) Tank cleaning	0		0	
	4) Power Generation Ship systems and process (Note 3)				
		*Operating	*Shut down	*Operating	*Shut Down
	4.1) Power Generation LIFT GAS *	14,900	0	14,900	0
	4.2) Power Generation Water Injection *	4,500	0	4,500	0
	4.3) Power Generation WHP	1,200		1,200	
	5) Water maker(s)	300		300	
	6) Cargo pump(s) @ 14,000 bbls/hr	0		9,700	
	7) Ballasting	0		1,200	
	8) Inerting	0		0	
	9) Other users (please specify)				
	Stripping pump	3,300		3,300	
	Hot water heater	400		400	
	Domestic use	400		400	
	Accommodation	4,900		4,900	
	Crane & Lighting	1,100		1,100	
	Control System	1,400		1,400	
	Other Pumps	1,500		1,500	
	Others	600		600	
	10) Losses	3,000		3,000	
	11) Total (Note 1)	37,500		48,400	

		PROCESSING (kg/hr steam)		PROCESSING and CUSTODY TRANSFER (kg/hr steam)	
B	Boiler capacity (Note 4)	60,000		60,000	
		*Operating	*Shut down	*Operating	*Shut Down
C	FUEL GAS requirement				
	(i) Boiler efficiency	85%	85%	85%	85%
	(ii) FUEL GAS MMSCFD	3.9	1.0	5.0	2.0
D	Bunker (in the event that FUEL GAS is not available) tons/day	63	17	80	35

Notes

- 1) Boiler capacity includes allowances for operation of equipment (e.g. crane, hawser and flare pumps) that is not normally operated (4,600 kg/hr), running of paralleled equipment (e.g. Both of 2 x 100% pumps) during change-over (1,500 kg/hr) and additional demand during equipment start-up (3,800 kg/hr).
- 2) Temperature maintenance of cargo and production tanks and heating up of crude in the cargo and production tanks is done using exhaust steam from the Steam Turbines to minimise steam requirements and fuel gas requirements.
- 3) Primary power generation is via 2x100% Steam Turbines. Hence, in the above table for electrical items the steam required to produce the requisite electrical power has been entered.
- 4) Two 100% boilers have been provided (i.e. 2 x 60,000 kg/hr boilers have been provided).

4.3 Auxiliary Boiler

Exhaust Gas Boiler.....

4.4 LP Steam Generator

.....N.A.....

4.5 Turbine Main Generator 3.8 KV- 2 X 100%

Alternator

- Manufacturer TBA
- Type _____
- Output Power 6 MW , 3.8 KV

Prime Mover

- Manufacturer _____

- Type Steam Turbine
- No. of Running Hours None
- Date of Last Overhaul N/A
- Type of Last Overhaul N/A
- Fuel Type (if applicable) N/A
- Steam/Fuel Consumption See answer to question 5.2(f)

4.6 Auxiliary Generator(s)

Alternator

- Manufacturer MARELLI
- Type MXM 630 SCIO
- Output Power KVA 1375 – VOLT 450 – Hz 60

Prime Mover

- Manufacturer GMT DIESEL ENGINE
- Type BL 230.8
- No. of Running Hours 37926 /35690
- Date of Last Overhaul July 2005
- Type of Last Overhaul Routine
- Fuel Type (if applicable) MDO
- Steam/Fuel Consumption 4 / 6 MT

4.7 Emergency Generator

- Location Main Deck Aft Side
- Manufacturer VM
- Type R 1308 H

4.8 Bilge Pumps

- No. and Locations No. 1 Engine Room
- Manufacturer CerPELLI Pump
- Type Piston – BDV 0157 – BDV - 35
- Flow Rate 26 cu.mt./h - 61.2 mt

Date	
Unit	2010
Company	M3ENERGY BERHAD

4.9 General Service Pumps

No. and Locations No. 2 Engine Room _____
Manufacturer KVAERNER EUREKA _____
Type CAB 100-25 V48 BAN _____
Flow Rate 160/110 cu.mt./h – 65/88 mLC _____

4.10 Boiler Feed Pumps

No. and Locations No. 3 Engine Room _____
Manufacturer KVAERNER EUREKA _____
Type ASR 214 B G 11 V W6 _____
Flow Rate 22 cu.mt./h _____

4.11 Sewage Plant(s)

No. and Locations No. 1 Engine Room _____
Manufacturer HAMWORTHY KSE LTD. _____
Type ST 3 S SUPER TRIDENT _____
Capacity 30 Persons, New one70 persons capacity
will be added

4.12 Sewage System(s)

No. and Locations _____
Manufacturer _____
Type _____
Capacity _____

4.13 Fresh Water Generators

Is vessel equipped with fresh water evaporating capacity sufficient to meet all needs of boilers, raw feed, potable and support vessels?

No. and Locations N. 1 Engine Room _____
Manufacturer ALFA LAVAL _____
Type NIREX SP-26-C100 _____
Production Rate 30 cu.mt./day

Date	
Unit	2010.
Company	M3NERGY BERHAD

(New 2 nos RO type with 50t / day Capacity will be added)

4.14 Fresh Water

- (a) Daily consumption of boilers : 3-5 cu.mt.
- (b) Raw feed consumption : 6 cu.mt.
- (c) Daily consumption domestic : 6 cu.mt
- (d) Evaporator capacity per day (state for each evaporator) :30 cu.mt

4.15 HP Air Compressors

No. and Locations No. 2 Engine Room _____
Manufacturer SPERRE _____
Type HV 2 / 240 _____
Date of Last Overhaul October 2005 _____
Output Pressure 30 bar _____

4.16 LP Air Compressors

No. and Locations No. 2 Engine Room _____
Manufacturer SPERRE _____
Type HV 2 / 220 _____
Date of Last Overhaul October 2005 _____
Output Pressure 7 bar _____

4.17 Emergency HP Air Compressor

No. and Locations No. 1 Engine Room _____
Manufacturer SPERRE _____
Type HL 2 / 120 _____
Date of Last Overhaul October 2005 _____
Output Pressure 30 bar _____

4.18 Machinery Control Room

Deck Area and Dimensions 13 mx 5m , 65 sqm _____
Control Systems _____

- Manufacturer Elsag-Bailey
- Type _____
- Control Type (Fluidic/Electrical/etc.) Electric

4.19 Workshop

- Deck Area 6m x 2.5m , 15 sqm
- Equipment Installed (List) _____

4.20 Engine Room

- Deck Area and Dimensions about 475 sqm
- Height to Casing _____
- Intermediate Flats
 - No. 3 flats
 - Vertical Positions 6.4 m, 10.4 m, 15.2 m
- Engine Room Stores
 - No. 2 Nos,
 - Total Deck Area 10mx 5.5m, 55 sqm, + 12 mx 5.5 m, 66 sqm
 - Deck Area of Air Conditioned Stores _____
 - Handling Equipment Installed _____

5.0 Electrical

5.1 Electrical Voltages and Frequencies

- For Motors 440 V - 60 Hz and 3.8 kV – 60 Hz for Compressor and Water Injection Pump Motors
- For Domestic Services 440/220V – 60Hz
- For Navigation Systems 440/220V + 24V cc
- For Lighting 220V + 24Vcc

5.2 Electrical Equipment Protection

- For Hazardous Areas EEXx id

Date	
Year	2010
Company	M3ENERGY BERHAD

For Tropical Use

IP 55

6.0 Cargo and Ballast

6.1 Cargo Pumps (attach pump datasheet/performance curve)

No. 3

Manufacturer Kaeverner Eureka

Type C42BB 16-20 V48 AAN

Maximum Flow Rate/Head each 2500cu/h (15,700 bpd) - 125 mLC

No. of Working Hours _____

Date of Last Overhaul July 2005

6.2 Ballast Pumps

No. No. 2

Manufacturer KVAERNER EUREKA

Type CAD 350-12 V48 AAN

Maximum Flow Rate 1500 cu.mt/h

No. of Working Hours _____

Date of Last Overhaul October 2005

6.3 Stripping Pumps – Cargo

No. No. 1

Manufacturer CERPELLI

Type DUV 450 x 260 x 450

Maximum Flow Rate 200 cu.mt/h

No. of Working Hours _____

Date of Last Overhaul October 2005

6.4 Eductors - Ballast

No. No. 1

Manufacturer SERNOVALVE ENGINEERING

Type 250 TA / TI

Flow Rate 300 cu.mt/h_____

6.5 Inert Gas Generators – Flue Gas

No. and Locations No. 1 Engine Room_____

Manufacturer KVAERNER EUREKA_____

Type MOSS FLUE GAS SYSTEM_____

Production Rate 9400 Ncu/h_____

Date of Last Overhaul October 2005_____

6.6 Tank Cleaning System

Manufacturer POLARMARINE JET_____

Type PJ 60 T_____

6.7 Cargo Monitoring Sensors

Level Gauges

- Manufacturer SAAB TANK RADAR_____
- Type M 679_____
- Sensing Method RADAR_____

High Level Alarms

- Manufacturer SAAB MARINE ELECTRONICS_____
- Type TANK RADAR_____
- Sensing Method RADAR_____
- Are production tank alarms interlocked with ESD valve shut down? ONLY ALARM_____

Interface Sensors

- Manufacturer SAAB SYSTEM_____
- Type VEGA TYPE "VEGATOR 524"_____
- Sensing Method LEVEL FLOATING GAUGE_____

Temperature Probes PT 100 (Lower-Medium-High sensors)_____

Density Probes _____

Date	
Unit	2010.
Company	M3ENERGY BERHAD

6.8 Cargo Control Room

Deck Area and Dimensions 17m x 5.5 m (about 95.5 sqm)_____

Control Systems PROTEUS AUTOMATION SYSTEM

- Manufacturer Cargo Valves: AMRI_____

- Type BUTTERFLY_____

- Control Type HYDRAULIC SYSTEM_____

7.0 Deck Equipment

7.1 Cranes

No. a) 2 Cargo Hoses Hydraulic Cranes
b) 2 Provision Electr. Cranes
c) 2 Bunker Hoses Pneumatic Cranes_____

Manufacturer CONTENTO_____

Type a) C1H150/19 - b) D2E50/15 - c) A7P0930_____

Capacity at Minimum Outreach a) 15 T – b) 5 T – c) 0.9 T _____

Minimum Outreach _____

Capacity at Maximum Outreach _____

Maximum Outreach _____

Power Source a) Hydraulic – b) Electric – c) Pneumatic_____

Personnel Transfer Line Speed _____

Date of Last Overhaul July 2005_____

Date of Last Load Test July 2005_____

(Note : Starboard existing crane will be removed and a new personal transfer crane will be added with 20t Max Capacity, and 5t capacity at an out reach of 40 m)

7.2 Mooring Winches

No. and Location No. 2 Windlass – No. 1 Spring winch (Fwd) –
No. 1 Spring winch (Fwd Accomodations) –
No. 2 Winches aft.

Power Source No. 2 Hydr. Power Pack (1 Fwd, 1 Aft)_____

Capacity Winches: 20 T – Hauling speed 15 mt/min. _____

Date of Last Load Test July 2005_____

Date of Last Overhaul

July 2005_____

7.3 Emergency Towing Arrangements

System Description and Location FWD: Chain 200 Ton – 20 mt - 76mm – Chain Stopper
AFT : Scanrope – 400 Ton – 100 mt – 80 mm. –
E.T.A. PUSNES

7.4 Accommodation Ladders

Type and Location of Accommodation Ladders STBD/PORT "SALDANAVI ORLANDO"
Pneumatic Control

8.0 Accommodation

8.1 Officers Cabins – Pilot – Radio Operator

No. 3 Nos. _____
Deck Area Various, Average about 17.5 Sqm _____
List of Major Furniture Bunk, Locker, Table, Chair _____
Bathroom Outfit Shower, WC, Mirror etc _____

8.2 Single Cabins

No. 3 Nos. _____
Deck Area Approx 17.5 Sqm _____
List of Major Furniture Bunk, Locker, Table, Chair _____
Bathroom Outfit Shower, WC, Mirror etc _____

8.3 Double Cabins

No. 8 Nos. _____
Deck Area Approx 19 ~ 22 sqm _____
List of Major Furniture Bunk, Locker, Table, Chair _____
Bathroom Outfit Shower, WC, Mirror etc _____

8.4 4-Berth Cabins

No. 12 Nos. _____
Deck Area Approx 28 Sqm _____
List of Major Furniture Bunk, Locker, Table, Chair _____
Bathroom Outfit Shower, WC, Mirror etc _____

8.5 Galley

Deck Area Approx 50 sqm_____

List of Major Equipment Water boiler, Chillier , bain marie , dough mixer
universal cooking machine, electric convection oven , microwave oven , electric meat tenderizer,
deep fryer w/self fire extinguishing system , electric rice cooker, cooking range consist of 6 hot
plates, dishwashing machine

8.6 Messrooms

No. 1 No. _____

Deck Area Approx 87 Sqm_____

8.7 Radio Room

Deck Area and Dimensions About 17.5 Sqm_____

List of Equipment/Communication System(s) GMDSS – SAT B – GLOBEMAIL_____
Iridium System_____

8.8 Recreation Room (s) and Surau

No. of room (s)/deck area/dimensions 1 No, about 38.5 Sqm,

List of Equipment Table, Chair, TV, DVD player

8.9 COMPANY Accommodation and Office Spaces

List of Equipment 3 Offices_____
Table, Chair, Cabinets_____

9.0 Safety

9.1 Lifeboats

No. No. 1 Free-fall Lifeboat (existing)_____

Capacity 30 persons_____

Manufacturer WATERCRAFT_____

Type 7.7 W FF. _____

Date of Last Cert./Inspection September 2006_____

Note : 2 new Totally enclosed life boats will be added on port and starboard side, each of 70 person capacity

9.2 Life Rafts

No. No. 5 _____
 Capacity No. 4 for 20 ps – No. 1 for 6 ps. _____
 Manufacturer EUROVINIL _____
 Type Solas Pack A _____
 Date of Last Cert./Inspection June 2006 _____

Note : Additional life rafts will be added for the extra complement

9.3 Fast Rescue Craft (RIB)

General Description _____
 Manufacturer VIKING 470 GRP1 _____
 Engines Outboard _____
 Type YAMMAR Type R5 _____
 Launching System By Electr. Crane _____

9.4 Lifeboat Davits

No. and TYPE No. 1 _____
 Manufacturer SCHAT-DAVIT COMPANY _____
 Winches _____
 - Manufacturer TECNIMPIANTI Type 160 M 04 B5 _____
 - Prime Mover (Electrical/Hydro/etc.) Electrical _____
 Date of Last Cert./Inspection October 2005 _____

9.5 Fire Fighting Equipment

Fire Pumps

No. and Locations No. 1 Trunk in Aft Engine Room _____
 Manufacturer KVAERNER EUREKA AS. _____
 Type CGB 80 V48 BAN _____
 Flow Rate 72 cu.mt/h x 80 mlc _____

Note : 2 new diesel fire pumps each of 500 cum/ hr will be added to the above existing pumps.

Deluge Systems

Date	_____
Unit	_____
Company	M3ENERGY BERHAD

New Deluge skids will be added to the process and Accommodation front

Fixed Fire Equipment

Pump Room CO2 _____
Engine Room CO2 _____
Boiler Room CO2 _____
Paint Stores CO2 (1 separate bottle) _____
Battery Lockers PORTABLE CO2 _____
Accommodation Spaces PORTABLE FIRE EXTINGUISHER _____

9.6 Fire Detection System

Manufacturer THORN SECURITY _____
Type T 880 _____
Sensor Type SMOKE DETECTOR _____

9.7 Gas Detection System

- ACCOMODATION

Manufacturer DRAGER POLYTRON _____
Type Type SE EX
Sensor Type Catalytic

- BALLAST / VOID SPACES

Manufacturer A.N.C.B. _____
Type DRAGER POLYTRON
Sensor Type Catalytic

9.8 Public Address and General Alarm System (PAGA)

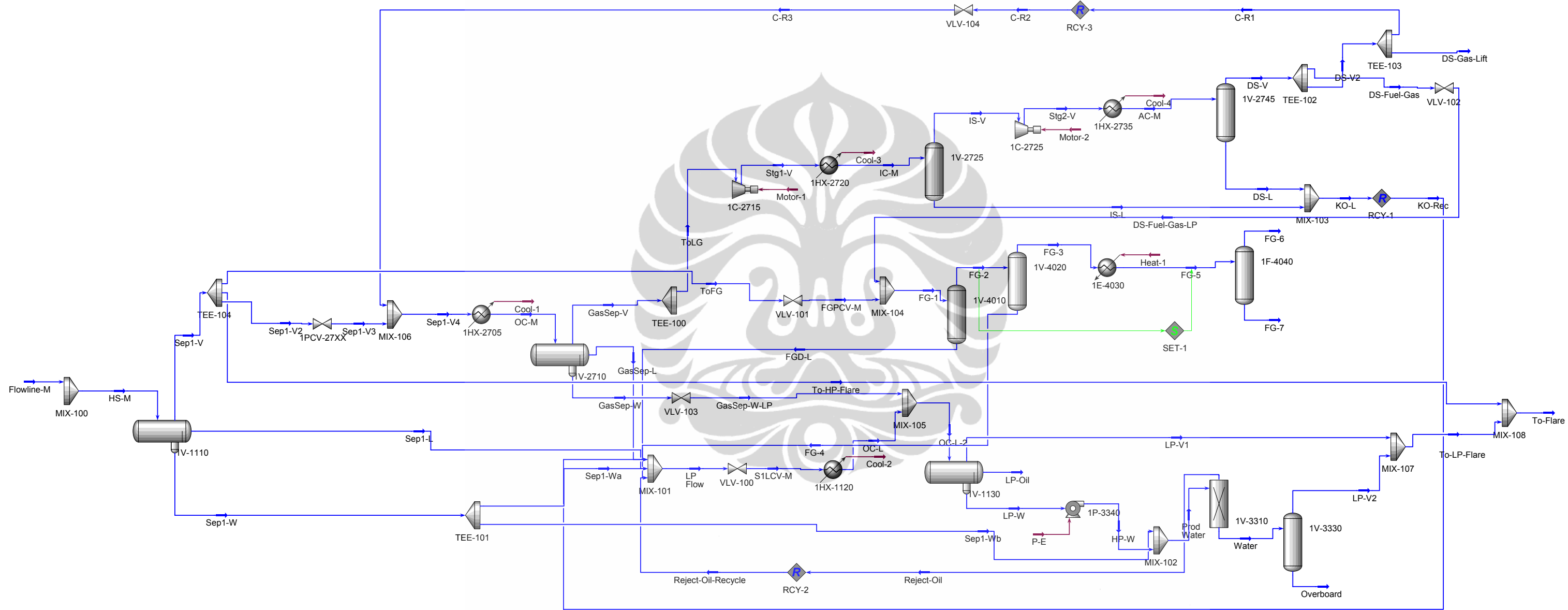
Manufacturer P.A. :GITIESSE GIROTECNICA
PAGA : SLIE
Type/Description P 50 A
16-A-24V cc – A6/001CA _____

10.0 Metering System

Details: Please refer to the Appendix to this document.

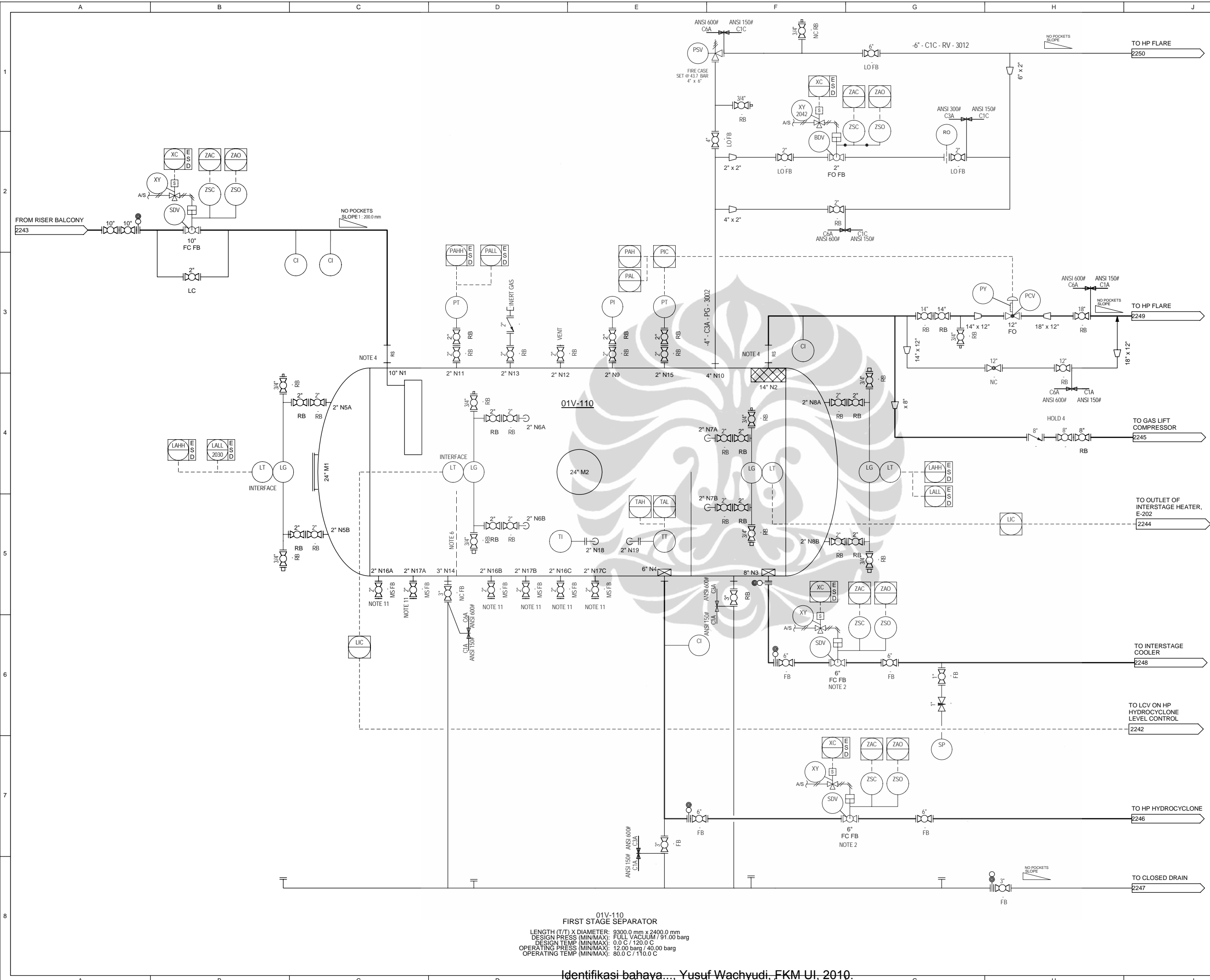


PROCESS FLOW DIAGRAM





PIPING & INSTRUMENTATION DIAGRAM



- NOTES:
1. VESSEL INTERNAL ARRANGEMENT IS INDICATIVE ONLY. REFERENCE SHOULD BE MADE TO THE VESSEL MECHANICAL DETAIL.
 2. SHUT-DOWN VALVE TO BE MINIMUM DISTANCE FROM VESSEL.
 3. VOLUME ALLOWED FOR SLUGGING BETWEEN NL AND LAH.
 4. BREAKOUT SPOOL FOR MAINTENANCE.
 5. CORROSION MONITORING ULTRASONIC LOCATIONS TO BE ADVISED.
 6. PERFORATED BAFFLE PLATES.
 7. CONNECTION FOR FUTURE COMPRESSION TRAIN.
 8. LOW TEMPERATURE CARBON STEEL DOWNSTREAM OF PSV.
 9. LAGGING TO BE PROVIDED ON VESSEL FOR PERSONNEL PROTECTION.
 10. VESSEL TO CONTAIN CYFLO MANIFOLD SYSTEM FOR SOLIDS REMOVAL.
 11. VALVING FOR CYFLO FEED AND SLURRY OUTLET LINES. SLURRY VALVES TO BE FULL BORE METAL SEATED VALVES.

- HOLDS:
1. CHEMICAL INJECTION REQUIREMENTS.
 2. PSV SIZING
 3. INLET LINE CONFIGURATION.
 4. FUEL GAS TAKE OFF LINE SIZES.
 5. NUMBER OF VESSEL NOZZLES FOR SAND MANAGEMENT SYSTEM.

01V-110
FIRST STAGE SEPARATOR
LENGTH (T/T) X DIAMETER: 9300.0 mm x 2400.0 mm
DESIGN PRESS (MIN/MAX): FULL VACUUM / 91.00 barg
DESIGN TEMP (MIN/MAX): 0.0 C / 120.0 C
OPERATING PRESS (MIN/MAX): 12.00 barg / 40.00 barg
OPERATING TEMP (MIN/MAX): 80.0 C / 110.0 C

SMARTPLANT GENERATED DRAWING

A	INITIAL ISSUE	10/11/06	KDH	IC	IC
REV	DESCRIPTION	DATE	DRG	CHK	APP

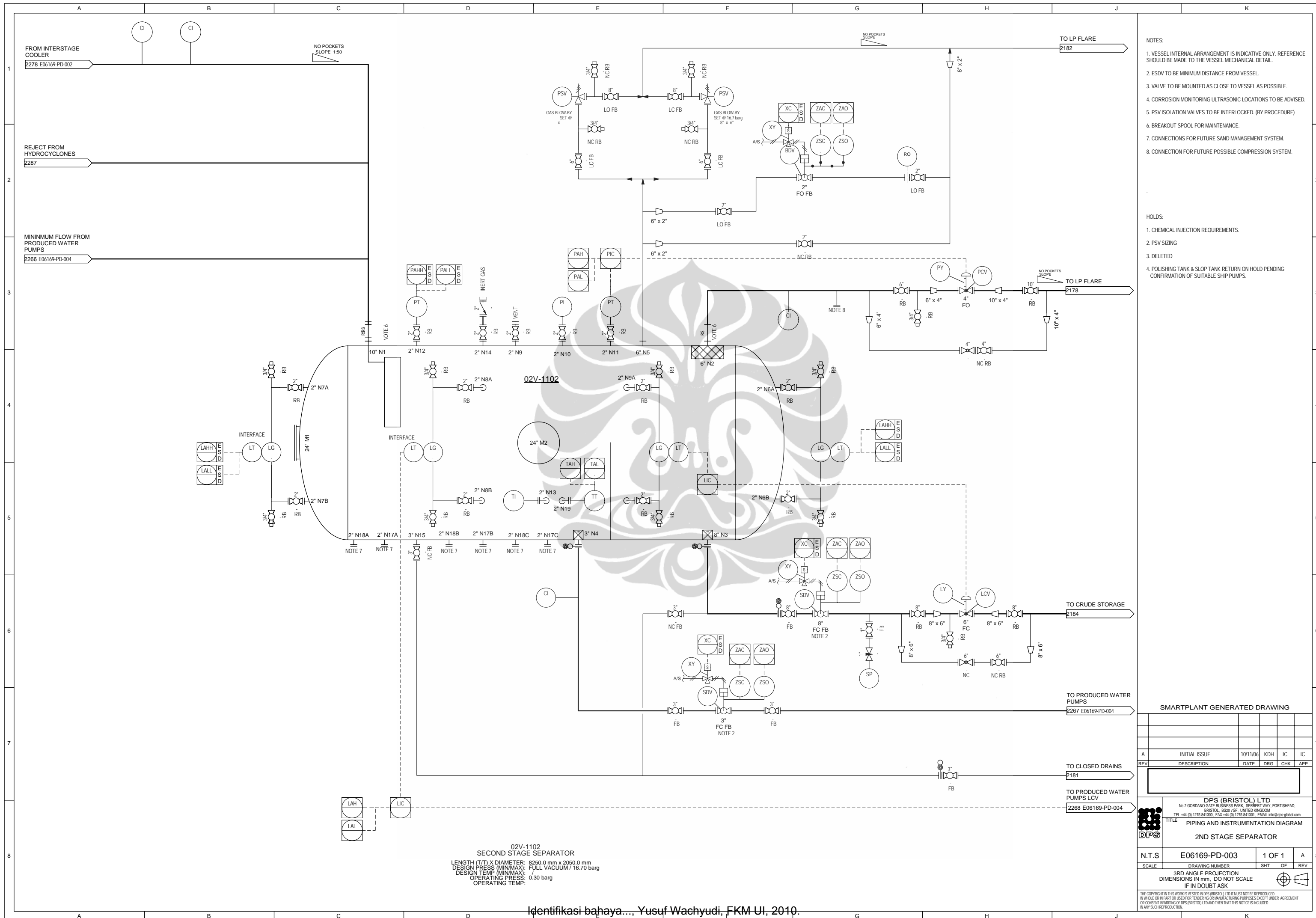
DPS (BRISTOL) LTD
No 2 GORDANO GATE BUSINESS PARK, SERBERT WAY, PORTISHEAD, BRISTOL, BS20 7SP, UNITED KINGDOM
TEL +44 (0) 1275 841300 FAX +44 (0) 1275 841301 EMAIL sales@dps-global.com

TITLE
PIPING AND INSTRUMENTATION DIAGRAM
FIRST STAGE SEPARATOR

N.T.S	E06169-PD-001	1 OF 1	A
SCALE	DRAWING NUMBER	SHT	OF REV

3RD ANGLE PROJECTION
DIMENSIONS IN mm, DO NOT SCALE
IF IN DOUBT ASK

THE COPYRIGHT IN THIS WORK IS VESTED IN DPS (BRISTOL) LTD IT MUST NOT BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART OR USED FOR TENDERING OR MANUFACTURING PURPOSES EXCEPT UNDER AGREEMENT OR CONSENT IN WRITING OF DPS (BRISTOL) LTD AND THEN THAT THIS NOTICE IS INCLUDED IN ANY SUCH REPRODUCTION



- NOTES:
1. VESSEL INTERNAL ARRANGEMENT IS INDICATIVE ONLY. REFERENCE SHOULD BE MADE TO THE VESSEL MECHANICAL DETAIL.
 2. ESDV TO BE MINIMUM DISTANCE FROM VESSEL.
 3. VALVE TO BE MOUNTED AS CLOSE TO VESSEL AS POSSIBLE.
 4. CORROSION MONITORING ULTRASONIC LOCATIONS TO BE ADVISED.
 5. PSV ISOLATION VALVES TO BE INTERLOCKED. (BY PROCEDURE)
 6. BREAKOUT SPOOL FOR MAINTENANCE.
 7. CONNECTIONS FOR FUTURE SAND MANAGEMENT SYSTEM.
 8. CONNECTION FOR FUTURE POSSIBLE COMPRESSION SYSTEM.
- HOLDS:
1. CHEMICAL INJECTION REQUIREMENTS.
 2. PSV SIZING
 3. DELETED
 4. POLISHING TANK & SLOP TANK RETURN ON HOLD PENDING CONFIRMATION OF SUITABLE SHIP PUMPS.

02V-1102
 SECOND STAGE SEPARATOR
 LENGTH (T/T) X DIAMETER: 8250.0 mm x 2050.0 mm
 DESIGN PRESS (MIN/MAX): FULL VACUUM / 16.70 barg
 DESIGN TEMP (MIN/MAX):
 OPERATING PRESS: 0.30 barg
 OPERATING TEMP:

SMARTPLANT GENERATED DRAWING

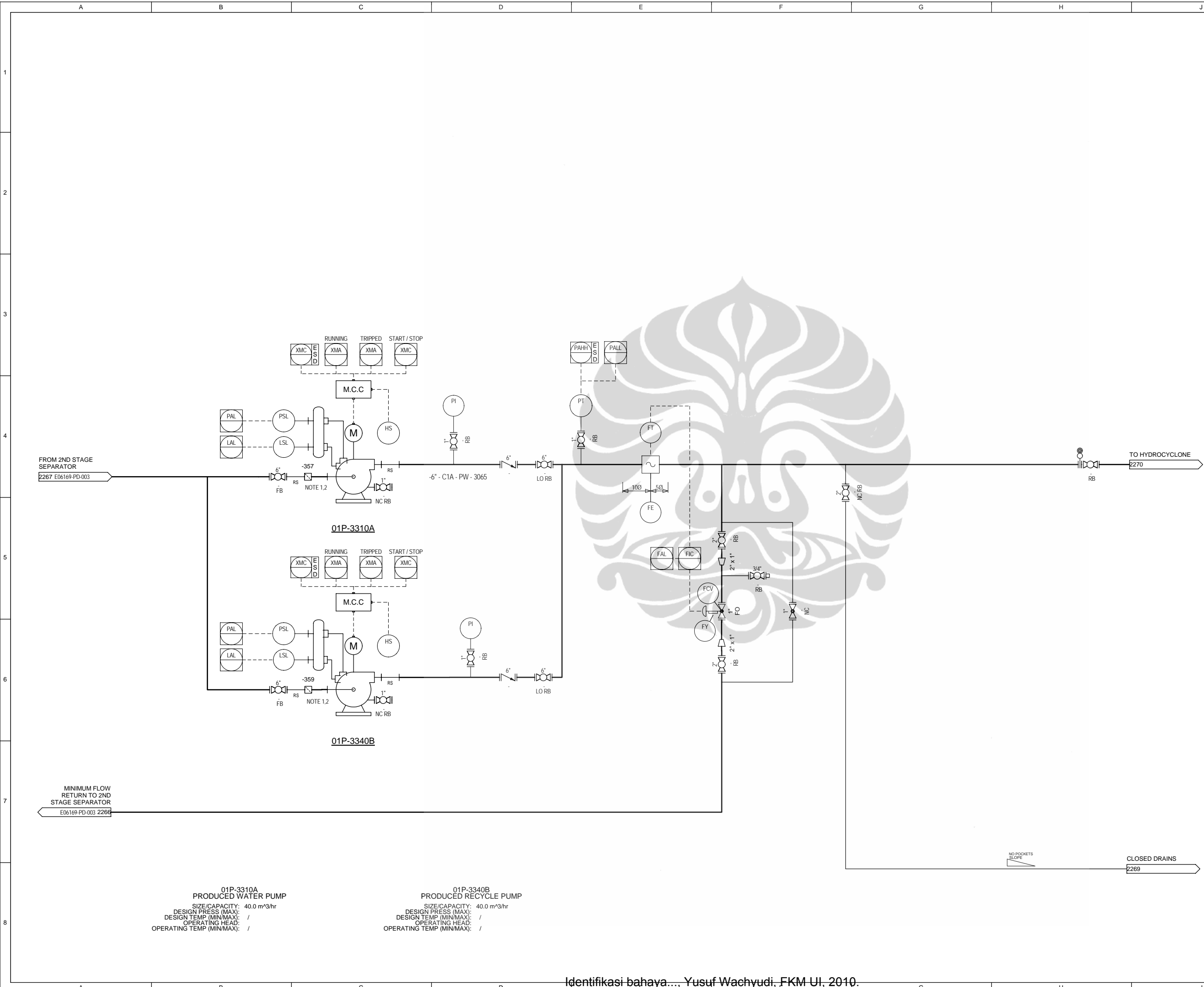
INITIAL ISSUE	10/11/06	KDH	IC	IC
DESCRIPTION	DATE	DRG	CHK	APP

DPS (BRISTOL) LTD
 No 2 GORDANO GATE BUSINESS PARK, SERBERT WAY, PORTISHEAD,
 BRISTOL, BS20 7SF, UNITED KINGDOM
 TEL: +44 (0) 1275 841300 FAX: +44 (0) 1275 841301 EMAIL: sales@dps-global.com

TITLE
 PIPING AND INSTRUMENTATION DIAGRAM
 2ND STAGE SEPARATOR

N.T.S	E06169-PD-003	1 OF 1	A
SCALE	DRAWING NUMBER	SHOT	OF
3RD ANGLE PROJECTION DIMENSIONS IN mm, DO NOT SCALE IF IN DOUBT ASK			

THE COPYRIGHT IN THIS WORK IS VESTED IN DPS (BRISTOL) LTD IT MUST NOT BE REPRODUCED
 IN WHOLE OR IN PART OR USED FOR TENDERING OR MANUFACTURING PURPOSES EXCEPT UNDER AGREEMENT
 OR CONSENT IN WRITING OF DPS (BRISTOL) LTD AND THAT THIS NOTICE IS INCLUDED
 IN ANY SUCH REPRODUCTION



NOTES
 1. TEMPORARY STRAINER.
 2. REMOVABLE SPOOL FOR PUMP MAINTENANCE AND REMOVAL TEMPORARY STRAINER TO BE REPLACED WITH REMOVABLE SPOOL.

HOLDS
 1. CONTROL VALVE SIZING.

FROM 2ND STAGE SEPARATOR
 E06169-PD-003 2267

TO HYDROCYCLONE
 2270

MINIMUM FLOW RETURN TO 2ND STAGE SEPARATOR
 E06169-PD-003 2266

**01P-3310A
 PRODUCED WATER PUMP**
 SIZE/CAPACITY: 40.0 m³/hr
 DESIGN PRESS (MAX): /
 DESIGN TEMP (MIN/MAX): /
 OPERATING HEAD: /
 OPERATING TEMP (MIN/MAX): /

**01P-3340B
 PRODUCED RECYCLE PUMP**
 SIZE/CAPACITY: 40.0 m³/hr
 DESIGN PRESS (MAX): /
 DESIGN TEMP (MIN/MAX): /
 OPERATING HEAD: /
 OPERATING TEMP (MIN/MAX): /

SMARTPLANT GENERATED DRAWING

A	INITIAL ISSUE	10/11/06	KDH	IC	IC
REV	DESCRIPTION	DATE	DRG	CHK	APP

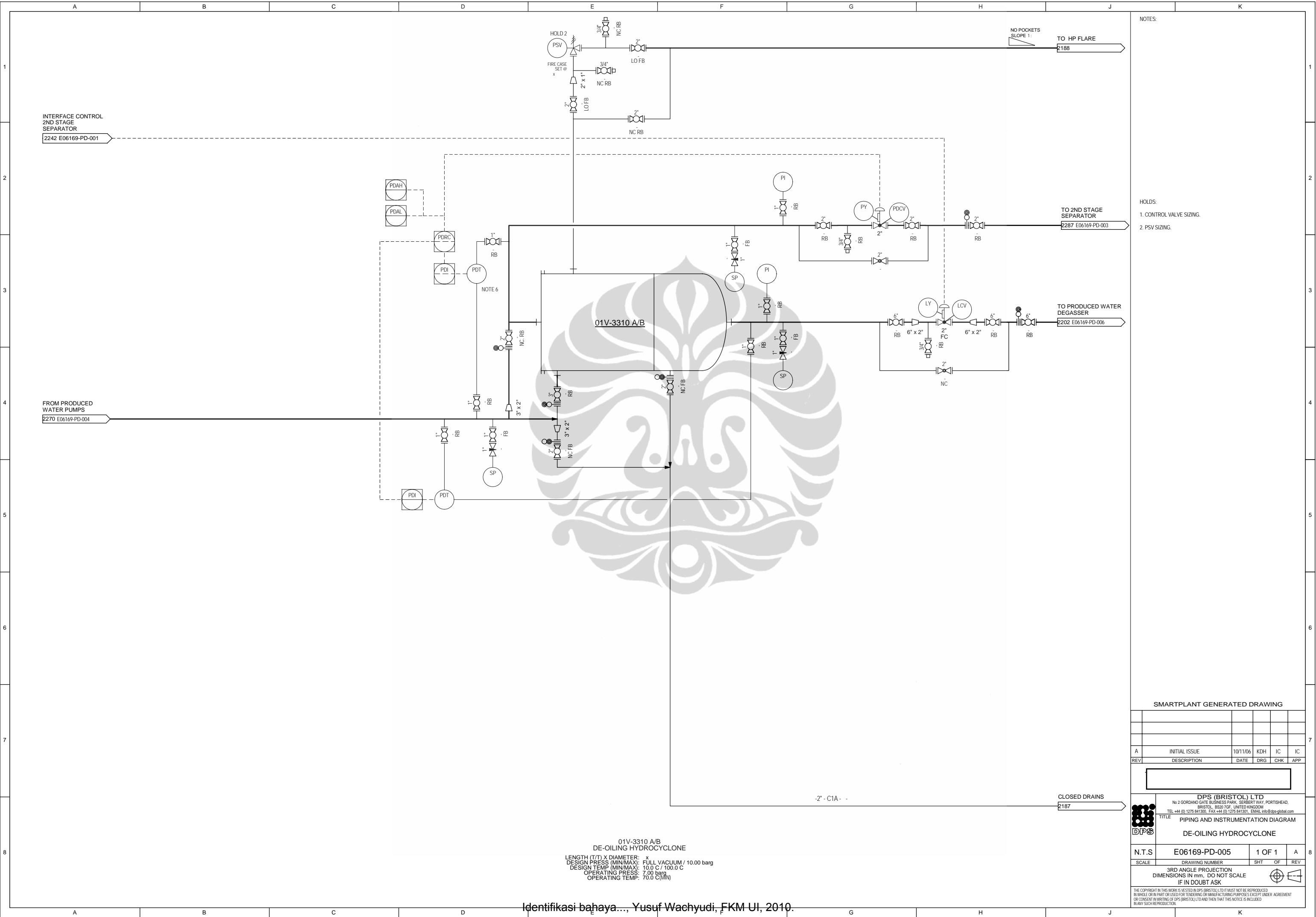
DPS (BRISTOL) LTD
 No 2 GORDANO GATE BUSINESS PARK, SERBERT WAY, PORTISHEAD, BRISTOL, BS20 7GF, UNITED KINGDOM
 TEL: +44 (0) 1275 841300 FAX: +44 (0) 1275 841301 EMAIL: info@dps-global.com

TITLE
 PIPING AND INSTRUMENTATION DIAGRAM
 PRODUCED WATER PUMPS

N.T.S	E06169-PD-004	1 OF 1	A
SCALE	DRAWING NUMBER	SHT OF	REV

3RD ANGLE PROJECTION
 DIMENSIONS IN mm, DO NOT SCALE
 IF IN DOUBT ASK

THE COPYRIGHT IN THIS WORK IS VESTED IN DPS (BRISTOL) LTD IT MUST NOT BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART OR USED FOR TENDERING OR MANUFACTURING PURPOSES EXCEPT UNDER AGREEMENT OR CONSENT IN WRITING OF DPS (BRISTOL) LTD AND THEN THAT THIS NOTICE IS INCLUDED IN ANY SUCH REPRODUCTION



01V-3310 A/B
 DE-OILING HYDROCYCLONE
 LENGTH (T/T) X DIAMETER: x
 DESIGN PRESS (MIN/MAX): FULL VACUUM / 10.00 barg
 DESIGN TEMP (MIN/MAX): 10.0 C / 100.0 C
 OPERATING PRESS: 7.00 barg
 OPERATING TEMP: 70.0 C(MIN)

NOTES:

 HOLDS:
 1. CONTROL VALVE SIZING.
 2. PSV SIZING.

SMARTPLANT GENERATED DRAWING

A	INITIAL ISSUE	10/11/06	KDH	IC	IC
REV	DESCRIPTION	DATE	DRG	CHK	APP

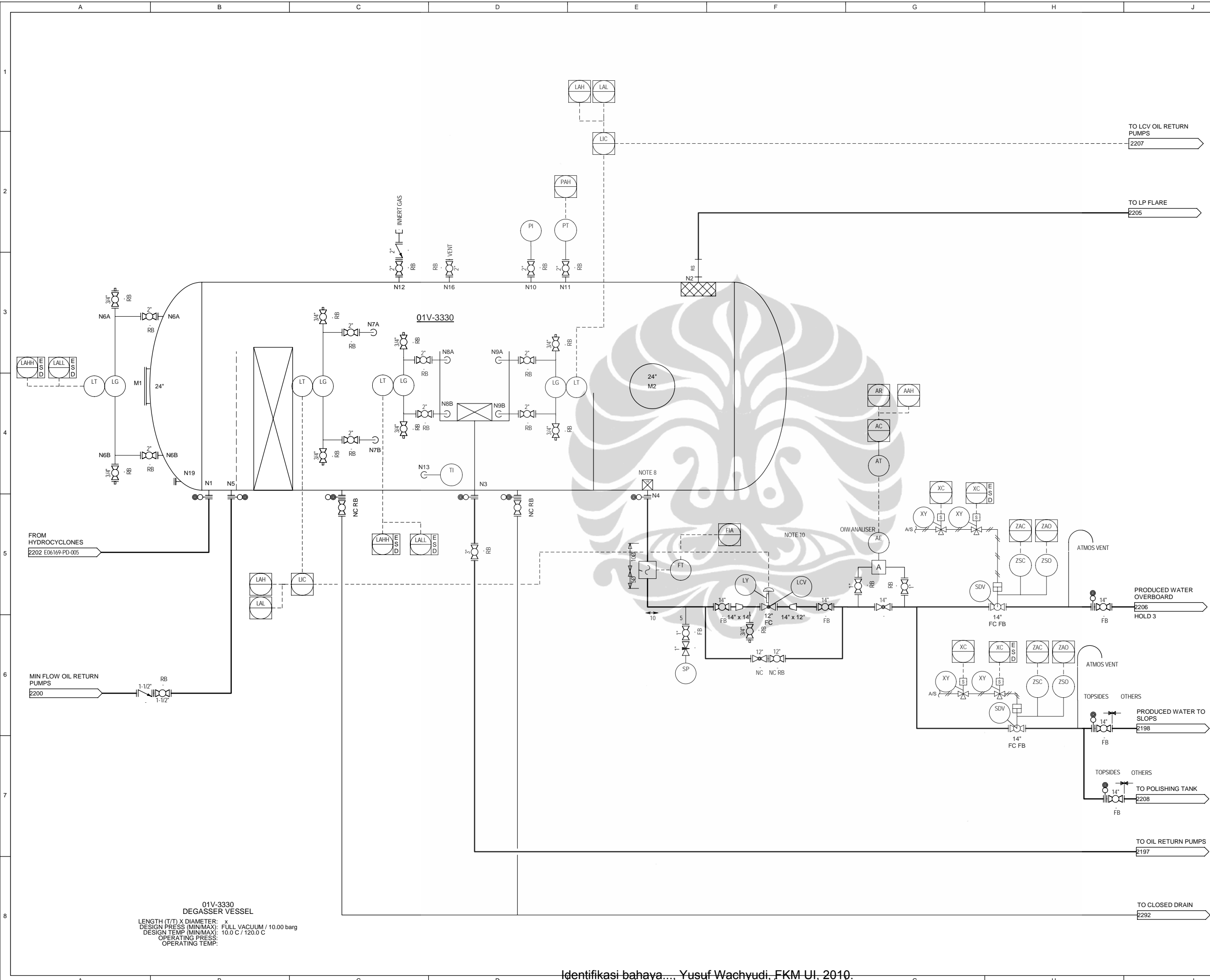
DPS (BRISTOL) LTD
 No 2 GORDANO GATE BUSINESS PARK, SERBERT WAY, PORTISHEAD,
 BRISTOL, BS20 7SP, UNITED KINGDOM
 TEL +44 (0) 1275 841300 FAX +44 (0) 1275 841301 EMAIL info@dps-global.com

TITLE
 PIPING AND INSTRUMENTATION DIAGRAM
 DE-OILING HYDROCYCLONE

N.T.S	E06169-PD-005	1 OF 1	A
SCALE	DRAWING NUMBER	SHT OF	REV

3RD ANGLE PROJECTION
 DIMENSIONS IN mm, DO NOT SCALE
 IF IN DOUBT ASK

THE COPYRIGHT IN THIS WORK IS VESTED IN DPS (BRISTOL) LTD IT MUST NOT BE REPRODUCED
 IN WHOLE OR IN PART OR USED FOR TENDERING OR MANUFACTURING PURPOSES EXCEPT UNDER AGREEMENT
 OR CONSENT IN WRITING OF DPS (BRISTOL) LTD AND THEN THAT THIS NOTICE IS INCLUDED
 IN ANY SUCH REPRODUCTION



- NOTES:
1. VESSEL INTERNAL ARRANGEMENT IS INDICATIVE ONLY. REFERENCE SHOULD BE MADE TO THE VESSEL MECHANICAL DETAIL.
 2. CORROSION MONITORING. ULTRASONIC LOCATIONS TO BE ADVISED.
 3. SDVS TO BE MINIMUM DISTANCE FROM VESSEL.
 4. PERFORATED BAFFLE PLATE.
 5. STRUCTURED PACKING.
 6. VACUUM BREAKER.
 7. DEGASSER VESSEL FLOATS ON FLARE PRESSURE.
 8. DELETED
 9. VESSEL TO HAVE CONNECTIONS FOR FUTURE POSSIBLE SPARGING SYSTEM.
 10. WATER OUTLET IS A GRAVITY DRAIN SYSTEM SO LIMITED PRESSURE DROP AVAILABLE ACROSS LCV.

- HOLDS:
1. CHEMICAL INJECTION REQUIREMENTS.
 2. LINE SIZES.

01V-3330
DEGASSER VESSEL
LENGTH (T/D) X DIAMETER: x
DESIGN PRESS (MIN/MAX): FULL VACUUM / 10.00 barg
DESIGN TEMP (MIN/MAX): 10.0 C / 120.0 C
OPERATING PRESS:
OPERATING TEMP:

SMARTPLANT GENERATED DRAWING

REV	DESCRIPTION	DATE	DRG	CHK	APP
A	INITIAL ISSUE	10/11/06	KDH	IC	IC

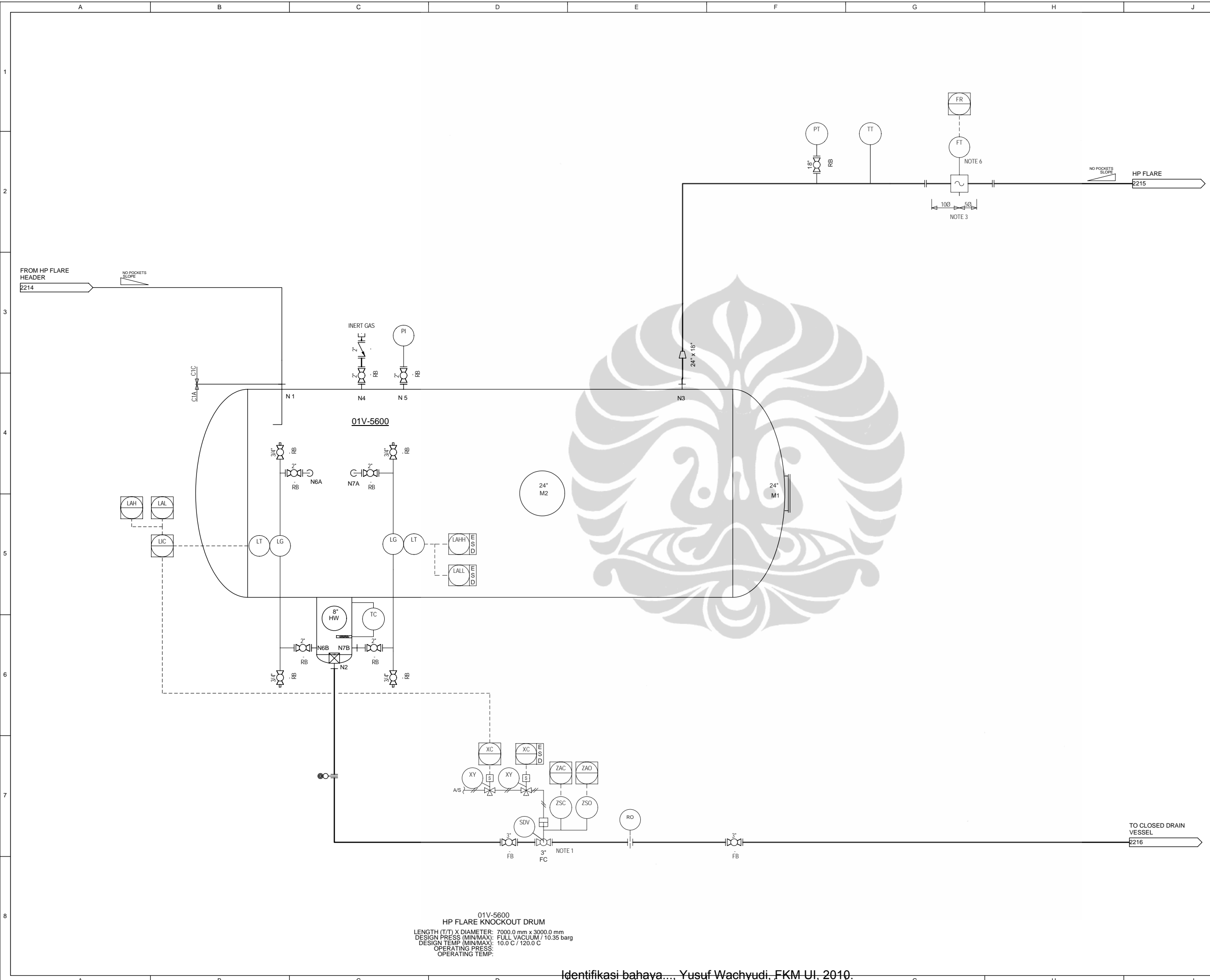
DPS (BRISTOL) LTD
No 2 GORDANO GATE BUSINESS PARK, SERBERT WAY, PORTISHEAD,
BRISTOL, BS20 7SP, UNITED KINGDOM
TEL +44 (0) 1275 841300 FAX +44 (0) 1275 841301 EMAIL info@dps-global.com

TITLE
PIPING AND INSTRUMENTATION DIAGRAM
PRODUCED WATER DEGASSER

N.T.S	E06169-PD-006	1 OF 1	A
SCALE	DRAWING NUMBER	SHT	OF REV

3RD ANGLE PROJECTION
DIMENSIONS IN mm, DO NOT SCALE
IF IN DOUBT ASK

THE COPYRIGHT IN THIS WORK IS VESTED IN DPS (BRISTOL) LTD IT MUST NOT BE REPRODUCED
IN WHOLE OR IN PART OR USED FOR TENDERING OR MANUFACTURING PURPOSES EXCEPT UNDER AGREEMENT
OR CONSENT IN WRITING OF DPS (BRISTOL) LTD AND THEN THAT THIS NOTICE IS INCLUDED
IN ANY SUCH REPRODUCTION



01V-5600
HP FLARE KNOCKOUT DRUM
LENGTH (T/T) X DIAMETER: 7000.0 mm x 3000.0 mm
DESIGN PRESS (MIN/MAX): FULL VACUUM / 10.35 barg
DESIGN TEMP (MIN/MAX): 10.0 C / 120.0 C
OPERATING PRESS:
OPERATING TEMP:

- NOTES:
1. ON / OFF CONTROL.
 2. VESSEL TO SLOPE TOWARDS BOOT TO ENSURE DRAINAGE FROM VESSEL.
 3. FLOWMETER TO BE INSTALLED IN FLARE LINE OFF MODULE BY OTHERS.
 4. VESSEL SIZING TO BE CONFIRMED.
 5. ALL LEVEL BRIDLES TO DRAIN TO CLOSED DRAINS.

- HOLDS:
1. FLARE LINE SIZING.
 2. LEVEL INSTRUMENTATION SELECTION.

SMARTPLANT GENERATED DRAWING

REV	DESCRIPTION	DATE	DRG	CHK	APP
A	INITIAL ISSUE	10/11/06	KDH	IC	IC

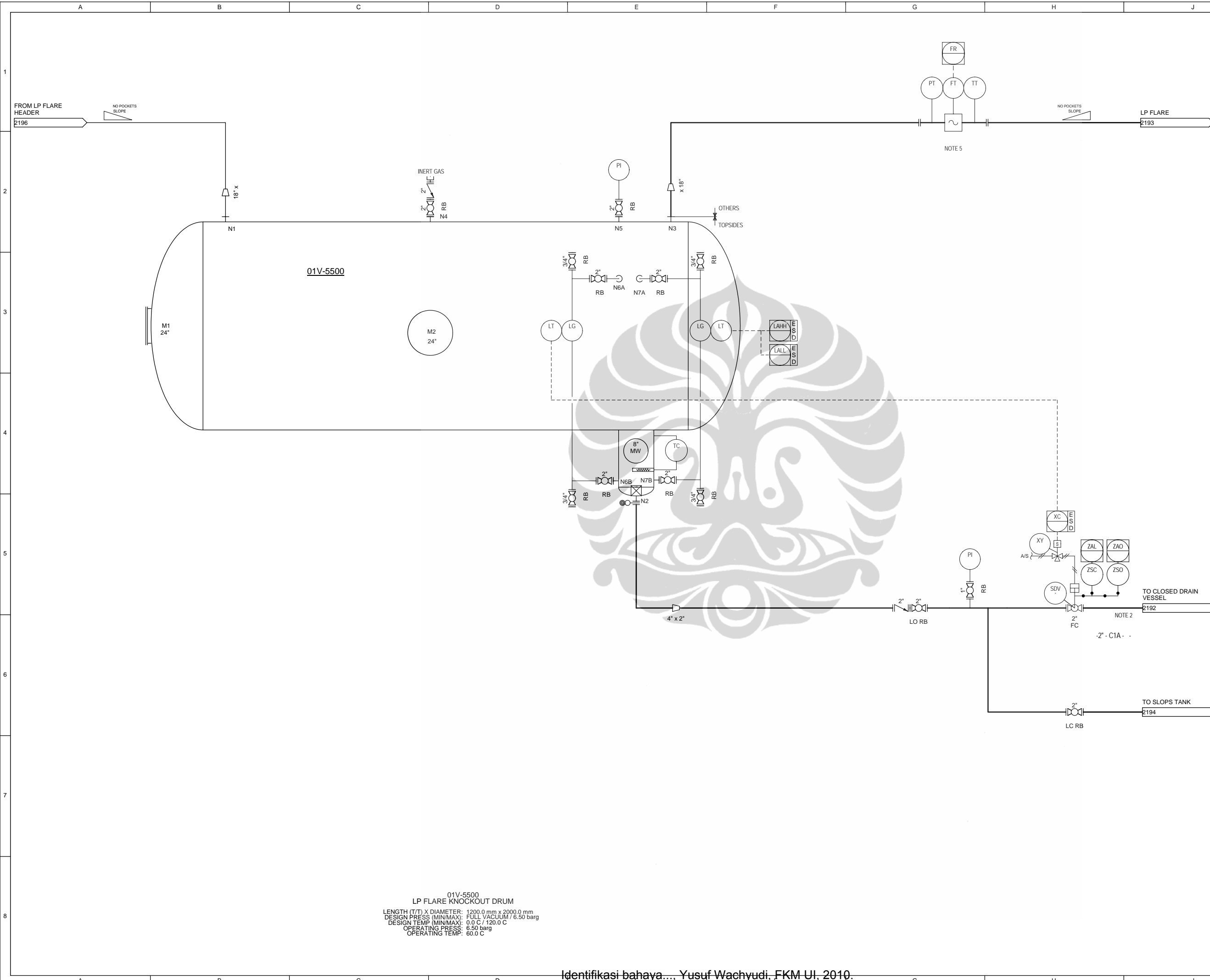
DPS (BRISTOL) LTD
No 2 GORDANO GATE BUSINESS PARK, SERBERT WAY, PORTISHEAD,
BRISTOL, BS20 7SP, UNITED KINGDOM
TEL: +44 (0) 1275 841300, FAX: +44 (0) 1275 841301, EMAIL: info@dps-global.com

DPS

TITLE
PIPING AND INSTRUMENTATION DIAGRAM
HP FLARE KNOCK OUT DRUM

N.T.S	E06169-PD-007	1 OF 1	A
SCALE	DRAWING NUMBER	SHT	OF REV
3RD ANGLE PROJECTION DIMENSIONS IN mm, DO NOT SCALE IF IN DOUBT ASK			

THE COPYRIGHT IN THIS WORK IS VESTED IN DPS (BRISTOL) LTD IT MUST NOT BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART OR USED FOR TENDERING OR MANUFACTURING PURPOSES EXCEPT UNDER AGREEMENT OR CONSENT IN WRITING OF DPS (BRISTOL) LTD AND THEN THAT THIS NOTICE IS INCLUDED IN ANY SUCH REPRODUCTION



- NOTES:
- 1.DELETE
 - 2.ON/OFF CONTROL
 - 3.DELETE
 - 4.VESSEL TO SLOPE TOWARDS BOOT TO ENSURE DRAINAGE FROM VESSEL.
 - 5.FLOWMETER TO BE INSTALLED IN FLARE LINE OFF MODULE BY OTHERS.
 - 6.VESSEL SIZE TO BE CONFIRMED.

- HOLDS:
- 1.FLARE LINE SIZING.
 - 2.LEVEL INSTRUMENTATION SELECTION.
 - 3.PUMP CONTROL PHILOSOPHY.
 - 4.PUMP DETAILS.

01V-5500
LP FLARE KNOCKOUT DRUM
LENGTH (T/T) X DIAMETER: 1200.0 mm x 2000.0 mm
DESIGN PRESS (MIN/MAX): FULL VACUUM / 6.50 barg
DESIGN TEMP (MIN/MAX): 0.0 C / 120.0 C
OPERATING PRESS: 6.50 barg
OPERATING TEMP: 60.0 C

SMARTPLANT GENERATED DRAWING

REV	DESCRIPTION	DATE	DRG	CHK	APP
A	INITIAL ISSUE	10/11/06	KDH	IC	IC

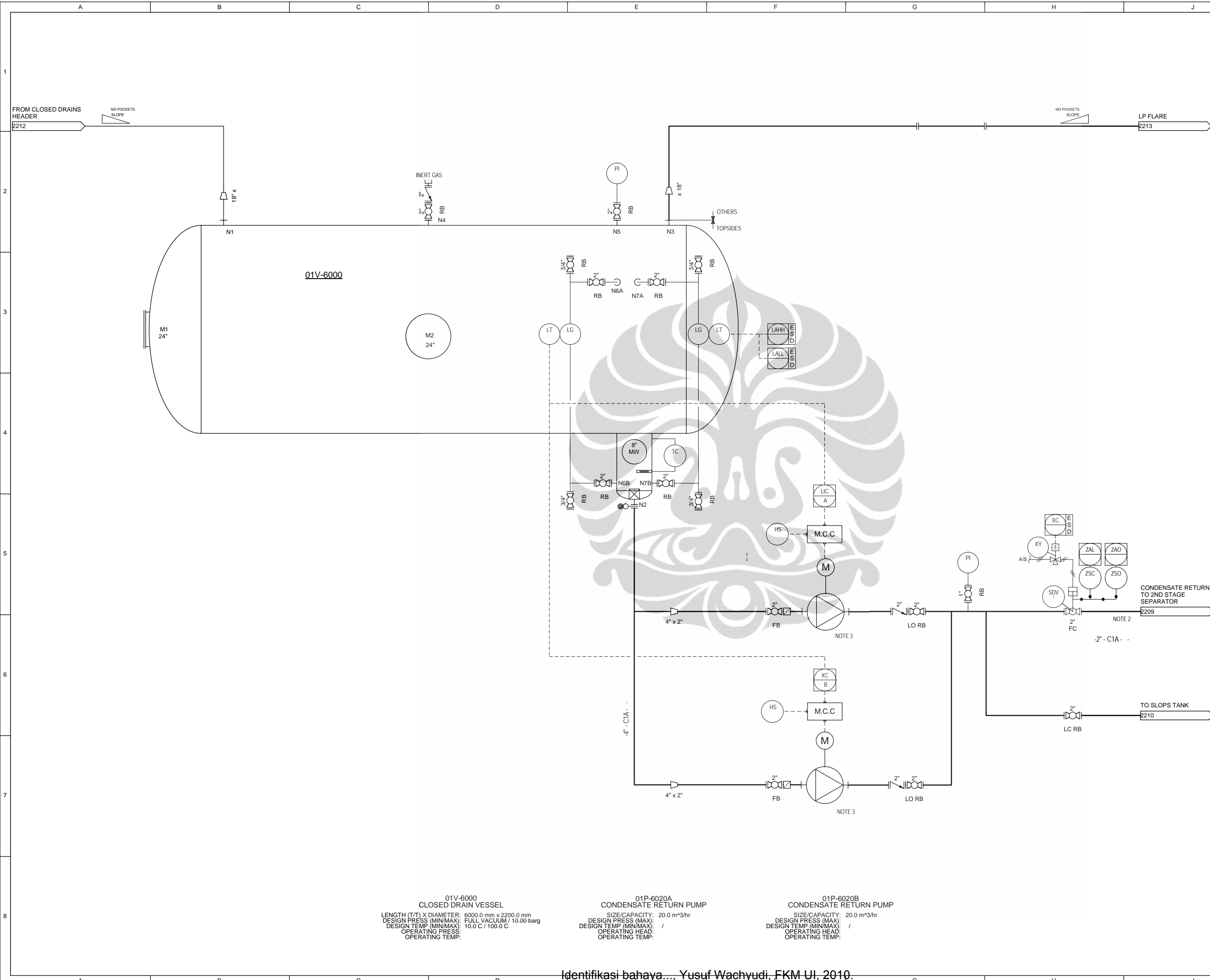
DPS (BRISTOL) LTD
No 2 GORDANO GATE BUSINESS PARK, SERBERT WAY, PORTISHEAD,
BRISTOL, BS20 7SP, UNITED KINGDOM
TEL +44 (0) 1275 841300 FAX +44 (0) 1275 841301 EMAIL info@dps-global.com

TITLE
PIPING AND INSTRUMENTATION DIAGRAM
LP FLARE KNOCKOUT DRUM

N.T.S	E06169-PD-008	1 OF 1	A
-------	---------------	--------	---

SCALE
DRAWING NUMBER SHIT OF REV
3RD ANGLE PROJECTION
DIMENSIONS IN mm, DO NOT SCALE
IF IN DOUBT ASK

THE COPYRIGHT IN THIS WORK IS VESTED IN DPS (BRISTOL) LTD IT MUST NOT BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART OR USED FOR TENDERING OR MANUFACTURING PURPOSES EXCEPT UNDER AGREEMENT OR CONSENT IN WRITING OF DPS (BRISTOL) LTD AND THEN THAT THIS NOTICE IS INCLUDED IN ANY SUCH REPRODUCTION



- NOTES:
1. DELETED
 2. VX CLOSES ON PUMP STOP.
 3. DELETED
 4. VESSEL TO SLOPE TOWARDS BOOT TO ENSURE DRAINAGE FROM VESSEL.
 5. FLOWMETER TO BE INSTALLED IN FLARE LINE OFF MODULE BY OTHERS.
 6. VESSEL SIZE TO BE CONFIRMED.
- HOLDS:
1. FLARE LINE SIZING.
 2. LEVEL INSTRUMENTATION SELECTION.
 3. PUMP CONTROL PHILOSOPHY.
 4. PUMP DETAILS.

**01V-6000
CLOSED DRAIN VESSEL**
 LENGTH (T/T) X DIAMETER: 6000.0 mm x 2200.0 mm
 DESIGN PRESS (MIN/MAX): FULL VACUUM / 10.00 barg
 DESIGN TEMP (MIN/MAX): 10.0 C / 100.0 C
 OPERATING PRESS:
 OPERATING TEMP:

**01P-6020A
CONDENSATE RETURN PUMP**
 SIZE/CAPACITY: 20.0 m³/hr
 DESIGN PRESS (MAX):
 DESIGN TEMP (MIN/MAX): /
 OPERATING HEAD:
 OPERATING TEMP:

**01P-6020B
CONDENSATE RETURN PUMP**
 SIZE/CAPACITY: 20.0 m³/hr
 DESIGN PRESS (MAX):
 DESIGN TEMP (MIN/MAX): /
 OPERATING HEAD:
 OPERATING TEMP:

SMARTPLANT GENERATED DRAWING

A	INITIAL ISSUE	10/11/06	KDH	IC	IC
REV	DESCRIPTION	DATE	DRG	CHK	APP

DPS (BRISTOL) LTD
 No 2 GORDANO GATE BUSINESS PARK, SERBERT WAY, PORTISHEAD,
 BRISTOL, BS20 7GF, UNITED KINGDOM
 TEL +44 (0) 1275 841300 FAX +44 (0) 1275 841301 EMAIL info@dps-global.com

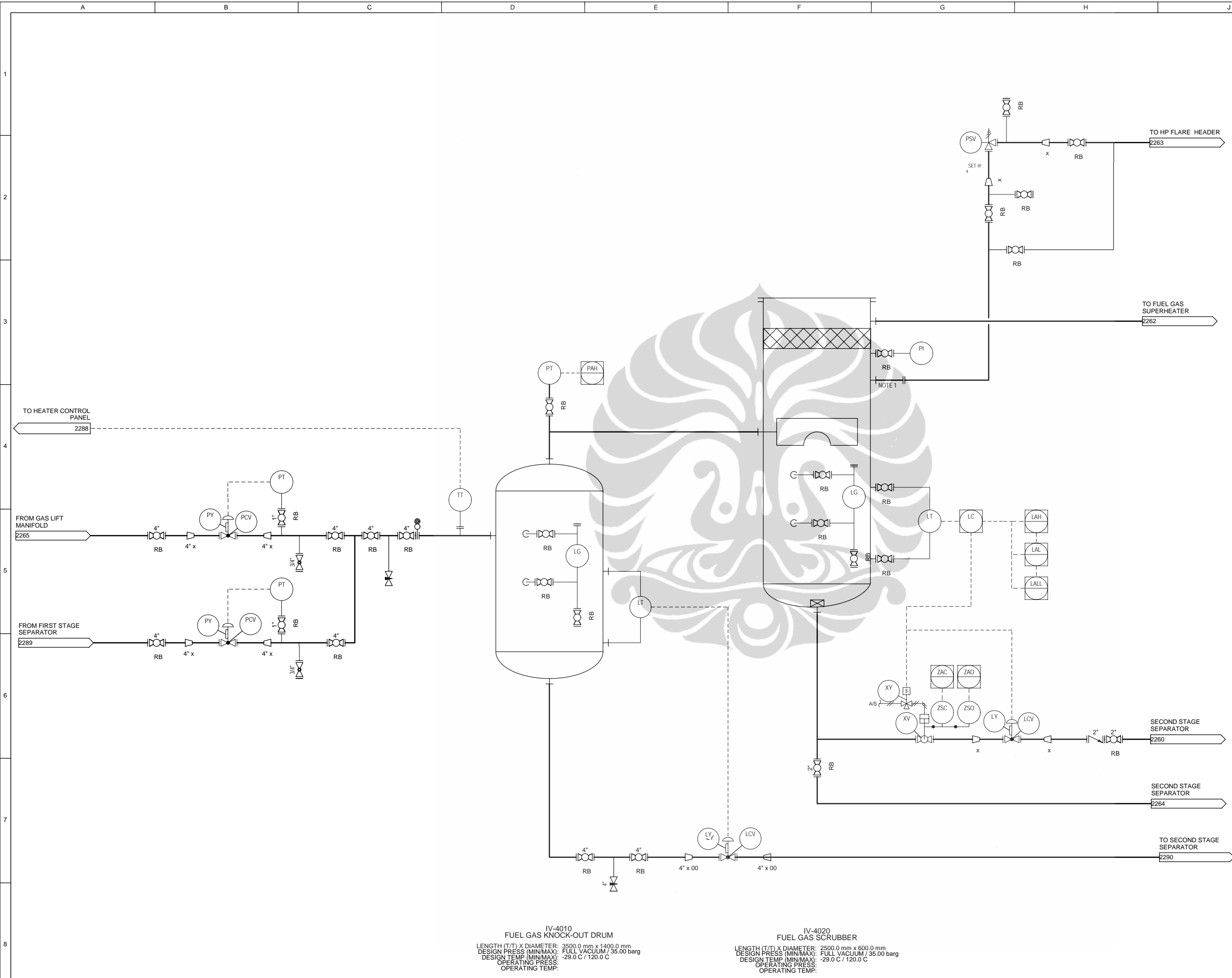
DPS

TITLE
**PIPING AND INSTRUMENTATION DIAGRAM
 CLOSED DRAIN VESSEL**

N.T.S	E06169-PD-009	1 OF 1	A
SCALE	DRAWING NUMBER	SHT	OF REV

3RD ANGLE PROJECTION
 DIMENSIONS IN mm, DO NOT SCALE
 IF IN DOUBT ASK

THE COPYRIGHT IN THIS WORK IS VESTED IN DPS (BRISTOL) LTD IT MUST NOT BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART OR USED FOR TENDERING OR MANUFACTURING PURPOSES EXCEPT UNDER AGREEMENT OR CONSENT IN WRITING OF DPS (BRISTOL) LTD AND THEN THAT THIS NOTICE IS INCLUDED IN ANY SUCH REPRODUCTION



- NOTES
1. PURGE CONNECTION.
 2. TO BE TAPPED OFF FROM LOW POINT.
 3. SPOOL PIECE FOR MAINTENANCE ISOLATION.
 - 4.
 5. VALVE TO BE TSO AND GOOD FOR FREQUENT OPEN/CLOSE OPERATION.
 6. GAP CONTROL TO MAINTAIN TEMPERATURE BAND 15-20°C.
 7. MAXIMUM AUTORESET FREQUENCY ONCE IN 8 HOURS.

NOTES

1. EQUIPMENT SIZES AND DESIGN CONDITIONS.

SMARTPLANT GENERATED DRAWING

REV	DESCRIPTION	DATE	DRG	CHK	APP
A	FIRST ISSUE	10/11/06	KDH	IC	IC

DPS (BRISTOL) LTD
 No 2 GORDANO GATE BUSINESS PARK, SERBERT WAY, PORTISHEAD,
 BRISTOL, BS20 7GF, UNITED KINGDOM
 TEL +44 (0) 1275 841300 FAX +44 (0) 1275 841301 EMAIL info@dps-global.com

TITLE
PIPING AND INSTRUMENTATION DIAGRAM
FUEL GAS SCRUBBER

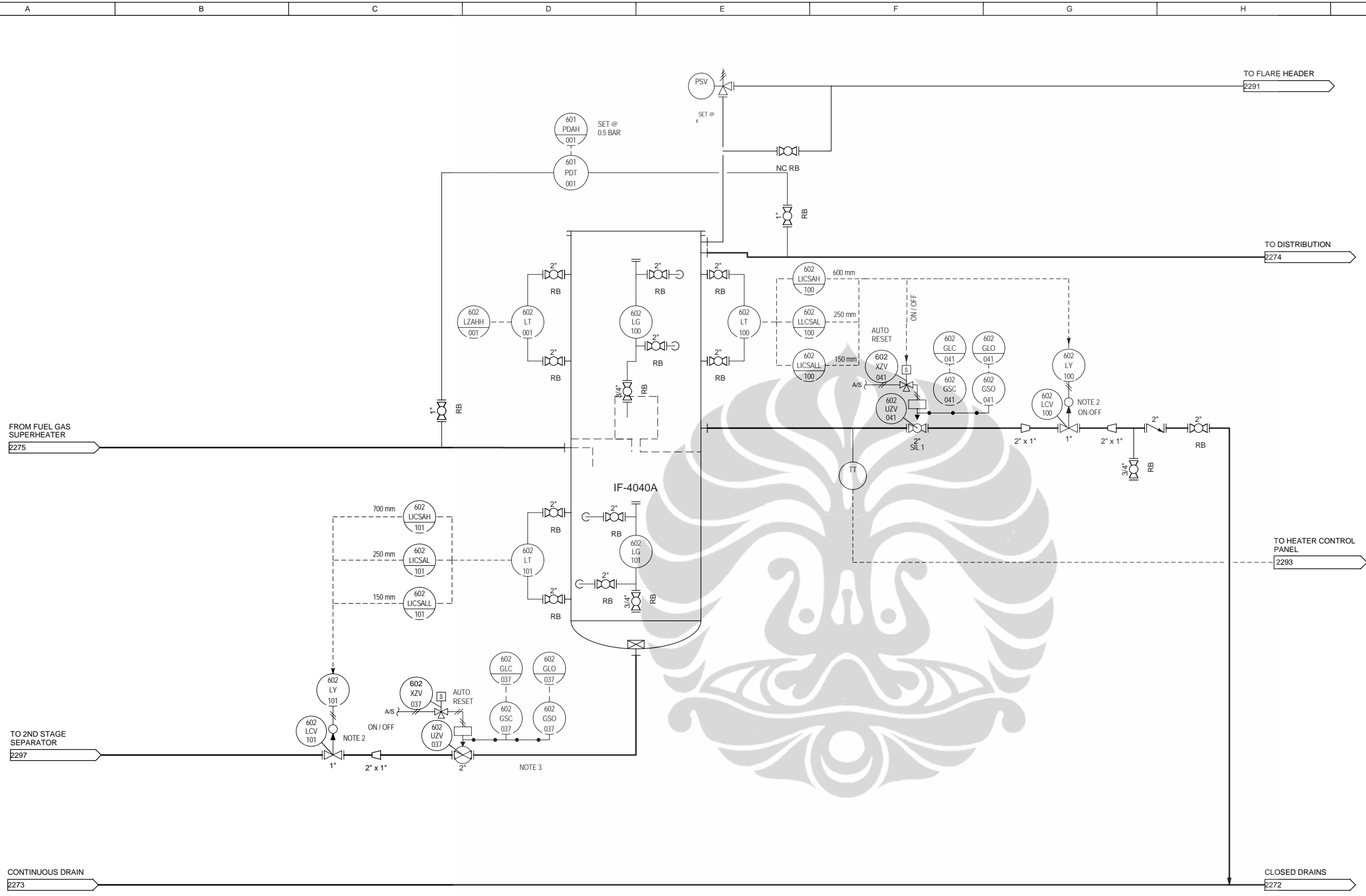
N.T.S	E06169-PD-010	1 OF 1	A
SCALE	DRAWING NUMBER	SHT	OF

3RD ANGLE PROJECTION
 DIMENSIONS IN mm, DO NOT SCALE
 IF IN DOUBT ASK

THE COPYRIGHT IN THIS WORK IS VESTED IN DPS (BRISTOL) LTD IT MUST NOT BE REPRODUCED
 IN WHOLE OR IN PART OR USED FOR TENDERING OR MANUFACTURING PURPOSES EXCEPT UNDER AGREEMENT
 OR CONSENT IN WRITING OF DPS (BRISTOL) LTD AND THEN THAT THIS NOTICE IS INCLUDED
 IN ANY SUCH REPRODUCTION

IV-4010
 FUEL GAS KNOCK-OUT DRUM
 LENGTH (T/T) X DIAMETER: 3500.0 mm x 1400.0 mm
 DESIGN PRESS (MIN/MAX): FULL VACUUM / 35.00 barg
 DESIGN TEMP (MIN/MAX): -29.0 C / 120.0 C
 OPERATING PRESS:
 OPERATING TEMP:

IV-4020
 FUEL GAS SCRUBBER
 LENGTH (T/T) X DIAMETER: 2500.0 mm x 600.0 mm
 DESIGN PRESS (MIN/MAX): FULL VACUUM / 35.00 barg
 DESIGN TEMP (MIN/MAX): -29.0 C / 120.0 C
 OPERATING PRESS:
 OPERATING TEMP:



IF-4040A
 FUEL GAS FILTER COALESCEER
 LENGTH (T/T) X DIAMETER: 1825.0 mm x 300.0 mm
 DESIGN PRESS (MIN/MAX): FULL VACUUM / 35.00 barg
 DESIGN TEMP (MIN/MAX): -29.0 C / 120.0 C
 OPERATING PRESS (MIN/MAX): /
 OPERATING TEMP (MIN/MAX): /

- NOTES
1. DELETED
 2. VALVE TO BE TSO AND GOOD FOR FREQUENT OPEN / CLOSE OPERATION
 3. MAXIMUM AUTORESET FREQUENCY ONCE IN 8 HOURS

SMARTPLANT GENERATED DRAWING

A	INITIAL ISSUE	10/11/06	KDH	IC	IC
REV	DESCRIPTION	DATE	DRG	CHK	APP

DPS (BRISTOL) LTD
 No 2 GORDANO GATE BUSINESS PARK, SERBERT WAY, PORTISHEAD,
 BRISTOL, BS20 7SP, UNITED KINGDOM
 TEL: +44 (0) 1275 841300 FAX: +44 (0) 1275 841301 EMAIL: info@dps-global.com

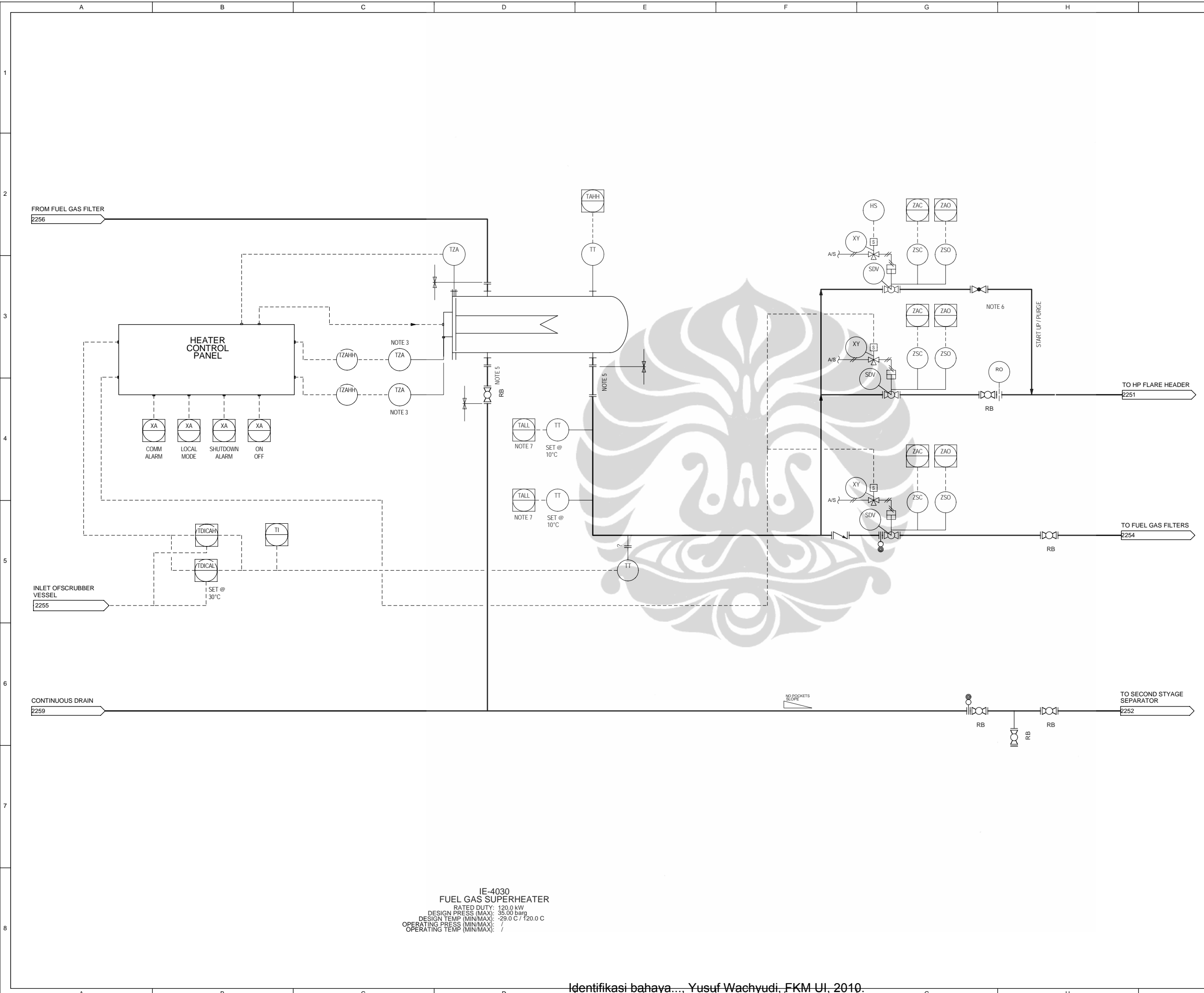
DPS

TITLE: PIPING AND INSTRUMENTATION DIAGRAM

N.T.S	E06169-PD-011	1 OF 1	A
SCALE	DRAWING NUMBER	SHT OF	REV

3RD ANGLE PROJECTION
 DIMENSIONS IN mm, DO NOT SCALE
 IF IN DOUBT ASK

THE COPYRIGHT IN THIS WORK IS VESTED IN DPS (BRISTOL) LTD IT MUST NOT BE REPRODUCED
 IN WHOLE OR IN PART OR USED FOR TENDERING OR MANUFACTURING PURPOSES EXCEPT UNDER AGREEMENT
 OR CONSENT IN WRITING OF DPS (BRISTOL) LTD AND THEN THAT THIS NOTICE IS INCLUDED
 IN ANY SUCH REPRODUCTION



- NOTES:
- FITTED WITH SOFT SET FOR RE-OPENING.
 - INSTRUMENT DRAINS FOR ALL LEVEL INSTRUMENTS TO BE CONNECTED TO VESSEL DRAIN LINE.
 - THERMOCOUPLE INPUT TEMPERATURE SWITCH SET POINT TO BE FIELD VERIFIED.
 - HEATER CONTROL PANEL LOCATED IN SWITCH GEAR ROOM.
 - SPOOL PIECE FOR MAINTENANCE ISOLATION.
 - GLOBE VALVE FIELD SET TO SUIT START UP/PURGE.
 - 1 OUT OF 2 VOTING FOR LOW TEMPERATURE TRIP.
 - ADDITIONAL CONTROL LOGICS:
 - IF FUEL GAS TRAIN IS ON FLOW CONTROL. SWITCH OVER TO PRESSURE CONTROL IF TRAIN TRIPS
 - 600-PCV-001A/B TO FULL OPEN ON ESD. FOR ALL OTHER LOWER LEVEL TRIPS VALVES TO QUICK CLOSE.
 - CONTROLLER WITH ARWU FEATURE TO MINIMISE CONTROL RESPONSE TIME DURING AUTO SWITCHOVER TO PRESSURE CONTROL OR VICE VERSA.

HOLDS:
1. EQUIPMENT AND SIZING.

IE-4030
FUEL GAS SUPERHEATER
RATED DUTY: 120.0 kW
DESIGN PRESS (MAX): 35.00 barg
DESIGN TEMP (MIN/MAX): -29.0 C / 120.0 C
OPERATING PRESS (MIN/MAX): /
OPERATING TEMP (MIN/MAX): /

SMARTPLANT GENERATED DRAWING

A	FIRST ISSUE	10/11/06	KDH	IC	IC
REV	DESCRIPTION	DATE	DRG	CHK	APP

DPS (BRISTOL) LTD
No 2 GORDANO GATE BUSINESS PARK, SERBERT WAY, PORTISHEAD, BRISTOL, BS20 7SP, UNITED KINGDOM
TEL +44 (0) 1275 841300 FAX +44 (0) 1275 841301 EMAIL info@dps-global.com

TITLE
PIPING AND INSTRUMENTATION DIAGRAM

N.T.S	E06169-PD-012	1 OF 1	A
SCALE	DRAWING NUMBER	SHT OF	REV

3RD ANGLE PROJECTION
DIMENSIONS IN mm, DO NOT SCALE
IF IN DOUBT ASK

THE COPYRIGHT IN THIS WORK IS VESTED IN DPS (BRISTOL) LTD IT MUST NOT BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART OR USED FOR TENDERING OR MANUFACTURING PURPOSES EXCEPT UNDER AGREEMENT OR CONSENT IN WRITING OF DPS (BRISTOL) LTD AND THEN THAT THIS NOTICE IS INCLUDED IN ANY SUCH REPRODUCTION