



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**STUDI INTEGRASI MANAJEMEN RESIKO DAN *VALUE*  
*ENGINEERING* PADA LAPORAN HAZOP PROYEK PENGOLAHAN GAS  
DI PULAU GADING**

**SKRIPSI**

**NITA IRAWANA**

**0906604294**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM EKSTENSI TEKNIK KIMIA**

**DEPOK**

**JULI 2012**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**STUDI INTEGRASI MANAJEMEN RESIKO DAN *VALUE*  
*ENGINEERING* PADA LAPORAN HAZOP PROYEK PENGOLAHAN  
GAS DI PULAU GADING**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik**

**NITA IRAWANA**

**0906604294**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM EKSTENSI TEKNIK KIMIA**

**DEPOK**

**JULI 2012**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

**Nama : Nita Irawana**

**NPM : 0906604294**

**Tanda Tangan : **

**Tanggal : 11 Juli 2012**

## HALAMAN PENGESAHAN


Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Nita Irawana  
NPM : 0906604294  
Program Studi : Teknik Kimia  
Judul Skripsi : Studi Integrasi Manajemen Resiko dan *Value Engineering* Pada Laporan HAZOP di Proyek Pengolahan Gas di Pulau Gading

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr. Ir. Andy Noorsaman Sommeng, DEA. (  )

Pembimbing II : Prof.Dr.Ir. Anondho Wijanarko, M.Eng. (  )

Penguji : Dr. Ing. Ir. Misri Gozan, M.Tech. (  )

Penguji : Ir. Rita Arbianti, M.Si. (  )

Penguji : Dr. Tania Surya Utami, ST., MT. (  )

Ditetapkan di : Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Tanggal : 29 Juni 2012



## ABSTRAK

Nama : Nita Irawana

Program Studi : Teknik Kimia

Judul : Studi Integrasi Manajemen Resiko dan *Value Engineering* Pada Laporan HAZOP Proyek Pengolahan Gas di Pulau Gading

Dalam kurun waktu sepuluh tahun ini para ilmuwan sudah mulai meneliti kemungkinan penggabungan dua bidang Manajemen Resiko dan *Value Engineering* sebagai metode untuk menghasilkan analisa kegiatan manajemen proyek yang efektif di kegiatan proyek. Pada studi ini dilakukan analisis terhadap contoh penggabungan dua bidang Manajemen Resiko dan *Value Engineering* pada proyek pengolahan gas di Pulau Gading, Provinsi Jambi. Pada laporan HAZOP proyek dengan level resiko paling tinggi pada tahap awal proyek ditentukan kegiatan apa saja yang termasuk inovasi fungsi oleh *value engineering* dalam menurunkan level resikonya dengan terlebih dahulu melakukan analisa sensitifitas dengan bantuan crystal ball untuk menentukan konsekuensi mana paling sensitif dalam menimbulkan beresiko. Inovasi fungsi yang dilakukan dalam usaha menurunkan level resiko yang mengakibatkan pemabahan dan pengurangan biaya adalah termasuk contoh yang penerapan *value engineering* yang efektif.

Kata kunci : Manajemen Proyek, Analisa Sensitifitas, *Value Engineering*

## **ABSTRACT**

Name : Nita Irawana  
Major : Chemical Engineering  
Judul : Study of integration risk management and value engineering on HAZOP report gas processing project in Gading island.

In more than ten years, it is been studying by scientetist about the probability integrating risk management and value engineering as a methode to analize efective management acivities. This study analized example of integration risk management and value engineering in gas processing project in Gading island, Jambi. On HAZOP report, on the node with the highest risk level in preliminary design determined which activity include value engineering inovating function to reduce the risk by analyzing the sensitivity with crystal ball at first to find the most sensitive consequence cause highest risk level. Function inovation that result reduction and addition cost to lower risk are one of the efective application of value engineering.

Keywords: Project Management, Sensitivity Analysis, Value Engineering

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmatNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sangat sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr.Ir. Andy Noorsaman Sommeng, DEA (Kepala BPH Migas Indonesia) dan Prof. Dr.Ir. Anondho Wijanarko, M.Eng (Manajer Mahalum Fakultas Teknik Universitas Indonesia) selaku dosen pembimbing atas kesempatan yang sangat baik ini dan atas kemurahan hati untuk bersedia membimbing
2. Keluarga besar, Bapak, (Almh) Mama, Ibu dan Adik-adik tercinta dirumah atas doa, cinta kasih dan penerimaan yang luar biasa sepanjang hidup
3. Dr.Ing.Ir.Misri Gozan,M.Tech, Ir.Rita Arbianti, M.Si, Dr.Tania Surya Utami,ST,MT, selaku penguji atas kritik dan masukan yang sangat berarti.
4. Bambang Heru Susanto,ST,MT selaku pembimbing akademis dan para staf pengajar Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia atas segala ilmu yang sangat bermanfaat.
5. Susanto, partner selama melakukan studi ini, Prima Ernest, Ni'matulloh Mijan, Dian Nindita Prawito sahabat-sahabat terbaik selama ekstensi, terima kasih untuk kebersamaannya. Sampai berjumpa kembali di belahan bumi lain.
6. Briptu Lucky Alexander Putra Fajar,SH untuk doa, dukungan dan asa.
7. Mba' yanti, Kang Jajat, Mas Sriyono, Mas Taufik, Mang Ijal atas bantuan, kebersamaan dan kemurahan hati.
8. Mba' Esti, Mba' Elia dan banyak pihak di BPH Migas Indonesia yang banyak membantu

Serta kepada banyak pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang banyak membantu penulis dalam menyelesaikan studi ini, terima kasih banyak.

Depok, 11 Juli 2012  
Penulis

NITA IRAWANA



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

---

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

Nama : NITA IRAWANA  
NPM : 0906604294  
Program Studi : Teknik Kimia  
Departemen : Teknik Kimia  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

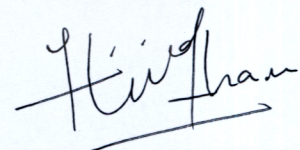
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Studi Integrasi Manajemen resiko dan *Value Engineering* Pada Laporan HAZOP Proyek Pengolahan Gas di Pulau Gading

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.

Depok, 11 Juli 2012  
Yang menyatakan,



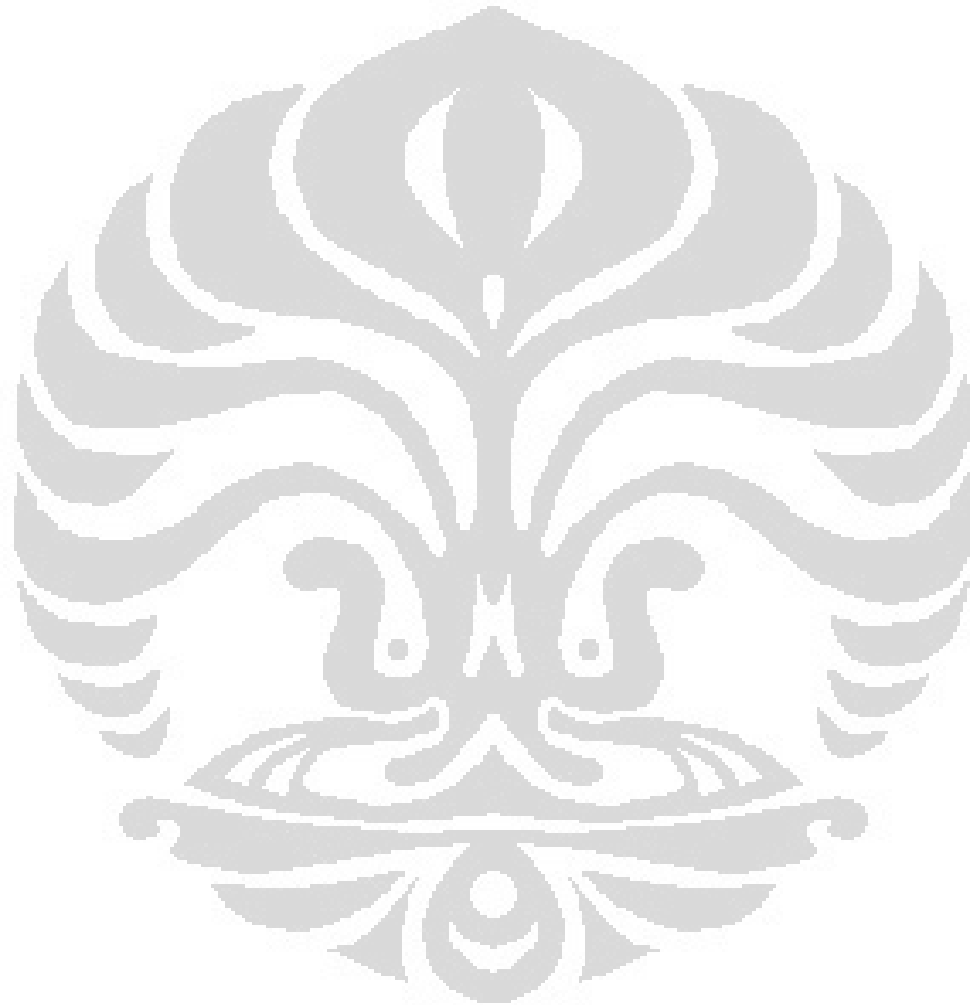
NITA IRAWANA

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Mafaat penelitian.....	4
1.5 Keaslian penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Manajemen Proyek .....	6
2.2 <i>Risk Engineering</i> .....	9
2.2.1 Definisi dan Klasifikasi Resiko .....	9
2.2.2 Resiko Proses .....	12
2.2.2.1 Analisa Resiko.....	12
2.2.2.2 Manajemen Resiko.....	13
2.3 <i>Value Engineering</i> .....	15
2.3.1 Definisi <i>Value Engineering</i> .....	15
2.3.2 Proses <i>Value Engineering</i> .....	19
2.3.3 Waktu Pelaksanaan <i>Value Engineering</i> .....	21
2.3.4 Rencana Kerja <i>Value Engineering</i> .....	22
2.3.4.1 Tahap Informasi.....	23
2.3.4.2 Tahap Analisis Fungsi.....	23
2.3.4.3 Tahap Kreatif.....	25
2.3.4.4 Fase Evaluasi.....	27
2.3.4.5 Fase Pengembangan/Rekomendasi.....	28
2.3.5. Pengaruh Saat diterapkannya <i>Value Engineering</i> Selama Berlangsungnya Proyek .....	29
2.4 Integrasi <i>Value Engineering</i> dalam Analisa Resiko Pada Manajemen Resiko.....	31
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN.....</b>	<b>33</b>
3.1 Pendahuluan.....	33
3.2 Materi Penelitian.....	33
3.3 Objek dan Subjek Penelitian.....	33
3.4 Jenis Data.....	34
3.5 Teknik Pengumpulan Data.....	34
3.6 Teknik Pengolahan Data.....	34
3.7 Diagram Alir kegiatan Studi.....	35
<b>BAB IV ANALISA DAN PNGOLAHAN DATA.....</b>	<b>36</b>
4.1 Pengumpulan Data.....	36
4.1.1 Penentuan sistem yang akan dianalisa dari laporan HAZOP.....	36
4.1.2 Daftar Node yang Dipakai.....	36
4.1.3 HAZOP Report.....	37
4.1.4 Estimasi Nilai Pengeluaran Proyek.....	37
4.2 Analisa Data.....	38.
4.2.1 Perubahan Level Resiko Setelah Studi HAZOP.....	38
4.2.2 Inovasi Fungsi oleh <i>Value Engineering</i> dan Pengaruhnya Terhadap Level Resiko.....	39



4.2.3 Analisa Sensitifitas Sistem.....	41
4.2.4 rencana Kerja <i>Value Engineering</i> .....	45
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>46</b>
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	46

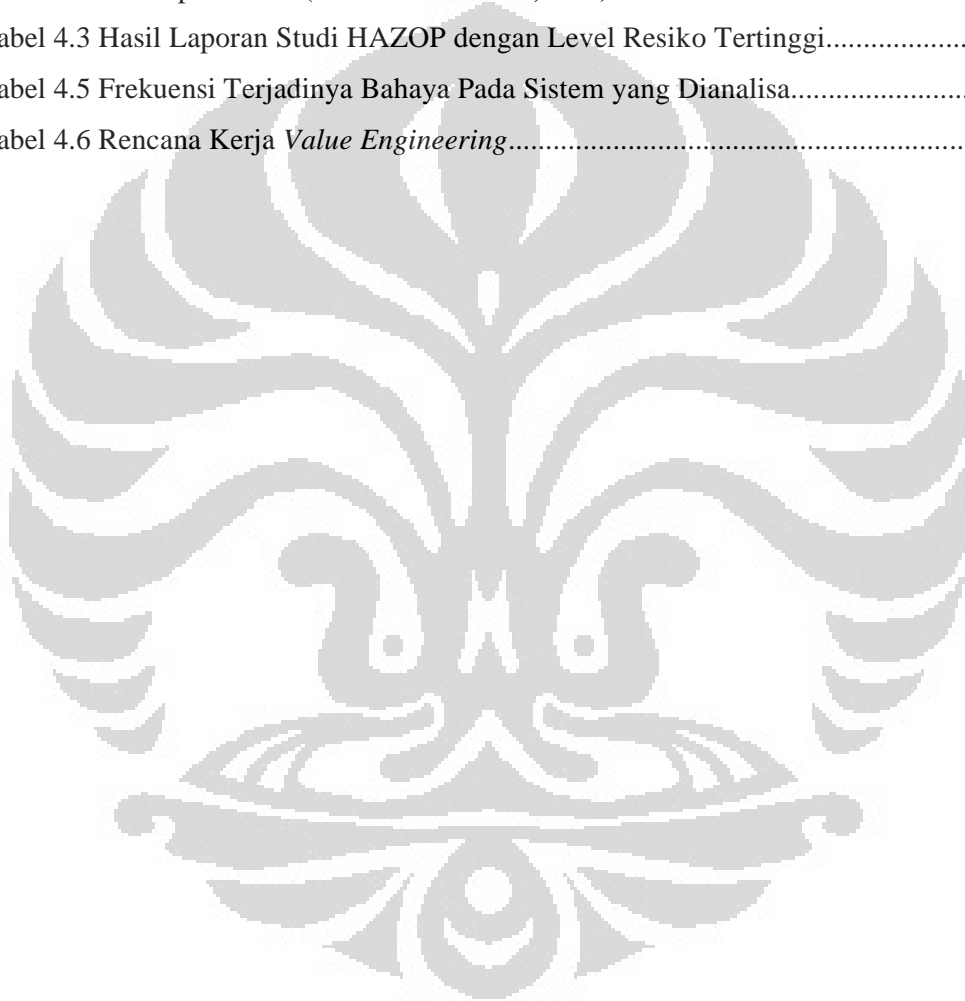


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Proses Rekayasa Resiko .....	11
Gambar 2.2 Potensi Penghematan Oleh <i>Value Engineering</i> (Tadjudin BMA,1998) .....	20
Gambar 2.3 Tingkat Pengaruh <i>Value Engineering</i> Pada Biaya Proyek (NCHRP,2005).....	29
Gambar 2.4 Kesempatan Implementasi Perubahan Selama Proyek (NCHRP,2005) .....	29
Gambar 3.1 Konsep Dasar Alur Studi.....	35
Gambar 4.1 Penurunan Level resiko Setelah Studi HAZOP.....	38
Gambar 4.2 Penurunan Level Resiko dengan Pengurangan Biaya Proyek.....	39
Gambar 4.3 Penurunan Level Resiko dengan Penambahan Biaya Proyek.....	40
Gambar 4.4 Probabilitas Total Resiko dengan Tingkat keyakinan 80,85 %.....	43
Gambar 4.5 Nilai Sensitifitas Total Resiko.....	44

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tahapan Manajemen Proyek (OGC,2003).....	4
Tabel 4.1 Referensi gambar yang dipakai dalam proses Hazop (Pandhu Dewanto, 2011).....	36
Tabel 4.2 Deskripsi <i>Nodes</i> (Pandhu Dewanto,2011).....	36
Tabel 4.3 Hasil Laporan Studi HAZOP dengan Level Resiko Tertinggi.....	37
Tabel 4.5 Frekuensi Terjadinya Bahaya Pada Sistem yang Dianalisa.....	42
Tabel 4.6 Rencana Kerja <i>Value Engineering</i> .....	45



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sektor Minyak dan Gas (MIGAS) merupakan salah satu elemen penting bagi negara yang sedang berkembang untuk meningkatkan kualitas kehidupan masyarakat dan mengejar ketertinggalan dari negara-negara lain. Tingginya konsumsi masyarakat akan bahan bakar minyak (BBM), seiring dengan pertumbuhan penduduk yang tinggi setiap tahunnya menjadi isu sentral energi belakangan ini. Selain itu, kebutuhan industri petrokimia akan bahan baku yang berasal dari produk turunan minyak bumi yang terus meningkat juga menjadi isu tersendiri bagi sektor perindustrian akhir-akhir ini. Kedua hal tersebut tidak bisa diimbangi oleh produksi dan ketersediaan cadangan minyak bumi yang ada di perut bumi negara kita. Semakin hari cadangan minyak di dalam perut bumi akan semakin berkurang, oleh karena itu kebijaksanaan dalam pengelolaannya sangat diperlukan.

Upaya pembangunan nasional yang sedang dilakukan pada hakikatnya adalah upaya peningkatan kesejahteraan rakyat. Pembangunan ekonomi di Indonesia diarahkan pada terwujudnya perekonomian nasional yang baru dan handal berdasarkan demokrasi ekonomi untuk meningkatkan kemakmuran seluruh rakyat, dan dapat terwujud apabila ada pertumbuhan ekonomi yang cukup tinggi sebagai penggerak dan pemacu pembangunan di bidang-bidang lain. Berdasarkan bentuknya, pembangunan dapat dikelompokkan menjadi pembangunan fisik dan pembangunan nonfisik. Pembangunan di sektor MIGAS fisik dapat diartikan sebagai pembangunan yang wujudnya nyata, seperti pembangunan jembatan, jalan raya, dan fasilitas umum yang lainnya. Sedangkan yang dimaksud dengan pembangunan merupakan pembangunan yang sifatnya tak nyata atau tidak dapat dilihat, namun manfaat dari adanya pembangunan tersebut dapat dirasakan, seperti perubahan standarisasi pendidikan, program pelatihan dan lain-lain. Dalam pelaksanaannya, pembangunan utama yang dilakukan terutama adalah pembangunan fisik. Kegiatan di sektor MIGAS ini menjalin kerjasama antar pemerintah dan pihak-pihak yang baik secara

langsung ataupun tidak langsung ikut terlibat di dalam kegiatan. Pemerintah sebagai pihak pemberi tender hanya bertanggungjawab pada pendanaan proyek, sedangkan untuk tahap perencanaan hingga evaluasi sepenuhnya menjadi tanggung jawab penerima tender pembangunan tersebut.

Setiap tahun pemerintah memiliki anggaran tersendiri yang khusus diperuntukkan bagi kegiatan di industri minyak dan gas di Indonesia, atau yang lebih dikenal dengan *cost recovery*. Pemerintah melalui Badan Pengawas Kegiatan Hulu Minyak dan Gas Bumi (BP Migas) menganggarkan dana *cost recovery* untuk kegiatan migas yang berupa pengeluaran belanja modal (*capital expenditure*) dan operasional (*operational expenditure*). Belanja modal biasanya dipakai untuk kegiatan teknis produksi misalnya pengeboran sumur, pemasangan pipa, dan lainnya. Sedangkan biaya operasional dipakai untuk memenuhi kebutuhan pengeluaran operasional untuk keperluan rutin perusahaan. Misalnya, gaji pegawai, sewa gedung, dan lainnya. Pada tahun 2011 ini berdasarkan data dari BP Migas, anggaran untuk kontrak kerjasama kegiatan migas membengkak sekitar 12 % dari dana *cost recovery* yang telah dianggarkan. Berdasarkan data BP Migas selama 6 bulan 2011 saja pemerintah telah membayarkan biaya *cost recovery* sebesar US\$ 7,1 miliar kepada KKKS (Kontraktor Kontrak Kerjasama). Realisasi tersebut sudah mencapai 57% dari *cost recovery* yang ditargetkan tahun 2011 sebesar US\$ 12,3 miliar. Dibandingkan dengan tahun 2010, biaya *cost recovery* yang dikeluarkan kurang lebih sama. *Cost recovery* yang harus dibayar memang selalu lebih besar di semester awal disebabkan adanya kegiatan eksplorasi atau produksi yang dikejar pada awal tahun. Hal ini disebabkan beberapa masalah yang terjadi selama proses produksi, yang sebagian besar menyangkut hal-hal teknis dan masalah keselamatan kerja.

Berdasarkan masalah di atas analisa mengenai keefektifan suatu kegiatan kemudian sangat diperlukan untuk mengurangi pemborosan waktu dan biaya. Karena itu, dalam kurun waktu sepuluh tahun ini para ilmuwan sudah mulai meneliti kemungkinan penggabungan dua bidang *Risk Management* dan *Value Engineering* sebagai metode untuk menghasilkan analisa kegiatan manajemen proyek yang efektif di kegiatan industri, khususnya di industri minyak dan gas bumi.



## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dijadikan pembahasan adalah:

Konsekuensi apakah yang paling sensitif yang dilaporkan pada laporan HAZOP Pengolahan Gas di Pulau Gading yang menyebabkan nilai resiko pada tahap awal desain proyek ini menjadi pada level paling tinggi. Penentuan tingkat sensitifitas dilakukan dengan menggunakan analisa sensitifitas *Crystal Ball*. Selain itu, penetapan kegiatan – kegiatan yang terdapat saat melakukan studi HAZOP yang dapat diidentifikasi sebagai kegiatan rencana kerja *value engineering* yang menjadi bentuk integrasi keduanya.

## 1.3 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisa, mengetahui dan menetapkan seberapa efektif penerapan *Value engineering* pada penambahan dan pengurangan fungsi terkait pengurangan resiko dan hubungannya terhadap biaya proyek

## 1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada permasalahan :

1. Penelitian dilakukan menggunakan data sekunder yaitu mengacu pada data yang sudah ada.
2. Penelitian menggunakan referensi :  
Pandhu Dewanto, Tesis FT UI, 2011 , “Analisi Estimasi Biaya Pembangunan Proyek EPC Pengolahan Gas di Pulau Gading Terkait Studi HAZOP”. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa, mengetahui dan menetapkan peristiwa risiko dominan yang mempengaruhi pembangunan proyek *Gas Processing* di Pulau Gading terkait dengan Hazop dan *Project Cost Estimation* melalui pendekatan manajemen risiko, agar dapat dilakukan langkah-langkah strategis untuk mengeliminir risiko pada proyek tersebut.
3. Data yang digunakan dari penelitian acuan adalah laporan studi HAZOP yang akan diidentifikasi kegiatan-kegiatan yang menyangkut

dengan rencana kerja *value engineering* dan nilai biaya proyek yang telah dianalisa

### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan untuk memberikan kontribusi berupa masukan kepada:

- 1) Universitas Indonesia, khususnya Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik , sebagai almamater dalam melengkapi database bidang manajemen risiko dan *value engineering*.
- 2) Memberikan berbagai gambaran mengenai integrasi manajemen resiko dan *value engineering* terkait inovasi fungsi dan biaya dalam menekan resiko pada suatu kegiatan proyek.

### 1.6 Keaslian Penelitian

Penelitian adalah pemikiran yang sistematis mengenai berbagai jenis masalah yang pemecahannya memerlukan pengumpulan dan penafsiran fakta-fakta (Narbuko et al. ,2005). Penelitian dapat diartikan sebagai suatu kegiatan untuk mencari, mencatat, merumuskan dan menganalisis sampai menyusun laporannya. Dalam setiap penelitian yang dilakukan, keaslian dari penelitian tersebut merupakan suatu hal yang sangat penting. Oleh sebab itu penelitian yang membahas tentang integrasi manajemen resiko dan *value engineering* pada suatu proyek ini memiliki perbedaan dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

### 1.7 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan proposal ini terbagi dalam

Bab I      Pendahuluan

Menjelaskan tentang latar belakang penulisan, tujuan penulisan dan batasan masalah

Bab II     Tinjauan Pustaka

Membahas teori dan literatur yang berkaitan dengan topik penulisan sebagai rujukan yang menunjang penulisan yaitu teori mengenai *risk management* dan *value engineering*

**Bab III** Metode Penelitian

Membahas tentang prosedur penelitian yang di dalamnya dijelaskan mengenai langkah-langkah yang dilakukan untuk mencapai tujuan

**Bab IV** Hasil dan Pembahasan

Membahas tentang hasil penelitian dari Integrasi *risk management* dan *value engineering* melalui laporan studi HAZOP dari data yang dipakai.

**Bab V** Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Untuk mendukung kegiatan studi, pada bab ini akan dijelaskan mengenai teori-teori penunjang yang berkaitan integrasi *Risk Management* dan *Value Engineering*. Teori-teori yang akan dipaparkan adalah mengenai Manajemen Proyek, *Risk Engineering*, *Value Engineering* dan Integrasi *Risk* dan *Value Management*.

#### **2.1 Manajemen Proyek**

Manajemen proyek adalah merupakan suatu konsep yang biasanya digunakan pada proyek berskala besar dalam nilai uang dan mempunyai kompleksitas yang tinggi dalam skala desain, teknologi yang digunakan, penjadwalan serta melibatkan banyak pihak (konsultan dan kontraktornya) pada pelaksanaan proyeknya. Aktivitas manajemen proyek terjadi selama perancangan proyek dan pelaksanaan proyek. Perencanaan proyek meliputi penjadwalan tugas proyek dan menentukan sumber daya yang diperlukan. Rencana proyek adalah tahap pertama dalam fase pengembangan konsep, meskipun hal ini merupakan kesatuan yang dinamis dan berkelanjutan yang terus terjadi selama proses pengembangan. Proses pemilihan proyek dipengaruhi oleh ketersediaan sumberdaya, termasuk :

- Sumberdana ketersediaan modal berupa uang tunai, penyertaan modal, pinjaman
- Tanah termasuk status kepemilikan tanah (hak milik atau sewa)
- Teknologi akses terhadap praktek yang terbaik, fasilitas studi dan pengembangan
- Prasarana dan sarana
- Sumber daya manusia keahlian manajemen dan teknik, tenaga kerja konstruksi dan pelaksanaan

Dalam proses pemilihan proyek, penting untuk mengidentifikasi batasan dan halangan yang dapat menyebabkan proyek menjadi tidak ekonomis atau sama sekali

tidak dapat dilaksanakan. Batasan-batasan tersebut dapat terjadi dalam berbagai bentuk, seperti :

- Ketersediaan dana dan sumberdaya
- Ketersediaan tenaga ahli
- Waktu penyelesaian proyek tidak dapat dikerjakan sesuai waktu
- Kompleksitas organisasi yang melibatkan lembaga-lembaga lain
- Ketersediaan teknologi.

Perhitungan anggaran proyek dan perkiraan biaya terdiri dari tiga dasar perhitungan, yaitu berdasarkan rancangan, perencanaan dan harga. Dasar perhitungannya rancangan adalah gambar, sketsa dan spesifikasi.. Rancangan awal biasanya dipersiapkan dengan asumsi bahwa produk yang akan dibuat dapat dikerjakan dengan cara sederhana. Berdasarkan perencanaan yang dijadikan dasar perhitungan biaya biasanya terdiri dari rencana jaringan, jadwal kegiatan dan jadwal sumberdaya. Perhitungan yang didapat akan benar selama sesuai dengan perencanaan dan perkiraan bagaimana sebenarnya proyek tersebut akan dibuat. Berdasarkan biaya, didasarkan pada tingkatan harga seperti apa yang akan didapat. Pada jenis ini estimasi dilakukan berdasarkan biaya atau harga. Biasanya terdiri dari data yang digunakan untuk perhitungan, asumsi yang digunakan terhadap secara askalasi dan parameter lainnya. Pembiayaan siklus hidup diekspresikan dalam bentuk nilai uang yang sepadan dan dapat dibagi menjadi komponen berikut :

**a) Biaya Awal (*Capital Cost*)**

Biaya awal adalah seluruh biaya yang diperlukan untuk pengadaan termasuk perencanaan, perancangan, konstruksi dan commisioning. Kemungkinan biaya yang diperlukan adalah, antara lain : Biaya penggunaan lahan, pengukuran, perobohan dan relokasi, biaya admisistrasi. Biaya perancangan termasuk biaya untuk konsultan dan atau tenaga perusahaan sendiri dan juga biaya untuk studi khusus dalam pengujian.



**b) Biaya Penggunaan (*Cost in Use*)**

Biaya penggunaan adalah biaya kepemilikan proyek secara keseluruhan atau komponen-komponennya, termasuk perawatan, pembersihan, perubahan, penggantian dan penunjang. Biaya awal serta biaya pembongkaran dan disposal tidak termasuk dalam biaya penggunaan. Biaya yang masuk dalam biaya ini adalah :

- Biaya operasi terdiri dari biaya bahan bakar, sumber dan beban tenaga dan seluruh biaya tenaga kerja yang diperlukan untuk menjalankan fasilitas secara efektif, termasuk keamanan.
- Biaya perawatan, biaya yang diperlukan untuk menjaga atau meningkatkan asset serta kondisi yang disetujui termasuk seluruh biaya yang berhubungan dengan pemeliharaan dan perbaikan.
- Biaya pembersihan, biaya yang diperlukan untuk mengurangi tingkat pencemaran sesuai standar yang dapat diterima.
- Biaya perubahan dan penggantian, biaya yang berhubungan perubahan fungsi, biaya untuk mengganti peralatan dan material utama yang tidak ekonomis dalam kurun umur fasilitas
- Biaya penunjang, termasuk asuransi pengeluaran manajemen dan lainnya.

**c) Biaya uang (*Cost in Money*)**

Uang tidak dapat dijadikan suatu acuan yang pasti dalam mengukur nilai sumber daya yang digunakan untuk menciptakan suatu sistem. Nilai rupiah suatu sumber daya yang digunakan pada suatu waktu tidak dapat dibandingkan secara langsung dengan nilai rupiah sumberdaya yang sama pada waktu yang lain. Uang saat ini memiliki nilai yang lebih besar daripada uang di waktu yang akan datang.

Dalam penentuan kesuksesan ataupun kegagalan suatu proyek terdapat 4 parameter yang lazim digunakan yaitu waktu, biaya, kualitas dan keselamatan kerja. Umumnya keempat parameter ini saling berhubungan, untuk mencapai

tingkat ideal sesuai kebutuhan dari ke empat parameter tersebut dibutuhkan langkah-langkah dan metode analisa yang tepat pula, seperti manajemen resiko dan manajemen nilai.

## **2.2 Risk Engineering**

*Risk Engineering* atau Rekayasa risiko adalah proses yang sistematis dan kuat yang membantu untuk membuat identifikasi, analisis dan reaksi dengan risiko di dalam proyek, proyek mitigasi risiko memaksimalkan hasil dari eventualities positif dan meminimalkan dampak dari terjadinya peristiwa yang menghebohkan pada tujuan proyek. Rekayasa risiko adalah suatu proses yang berkontribusi pada pemahaman yang lebih baik dari proyek. Jadi memfasilitasi pemrograman yang lebih baik yang lebih tepat dari proyek dari aspek pengeluaran dan waktu. Manajemen atau rekayasa risiko menandakan pemanfaatan individu atau kemahiran kolektif untuk memastikan identifikasi semua risiko, mengukur dan mengimplementasikan dalam proyek-proyek (Mirmohammadsadeghi.A.2006). Menurut Mirmohammadsadeghi (2006) rekayasa risiko ini dapat membantu dalam hal-hal berikut ini :

- 1) Mengidentifikasi penjadwalan secara lebih baik untuk dapat mengerti resiko dalam pencapaian tujuan.
- 2) Untuk mengambil keputusan yang lebih baik.
- 3) Untuk melihat proyek-proyek secara realistis.
- 4) Untuk mengidentifikasi atau mengontrol dan menyampaikan faktor-faktor tak terduga dan bahaya.
- 5) Untuk mengintensifkan kompetisi.

### **2.2.1 Definisi dan Klasifikasi Resiko**

Resiko atau *risk*, memiliki berbagai pengertian. Risiko bisa dikaitkan dengan kemungkinan kejadian atau keadaan yang mengancam benda atau seseorang dalam pencapaian tujuan dan sasaran organisasi. Resiko berhubungan dengan ketidakpastian ini terjadi oleh karena kurang atau tidak tersedianya

cukup informasi tentang apa yang akan terjadi. Vaughan (1978) mengemukakan beberapa definisi risiko sebagai berikut:

- *Risk is the chance of loss* (Risiko adalah kans kerugian).  
*Chance of loss* (kesemkemungkinan kerugian) berhubungan dengan suatu keterbukaan terhadap kemungkinan kerugian. Dalam ilmu statistik, *chance* (kemungkinan) dipergunakan untuk menunjukkan tingkat probabilitas akan munculnya situasi tertentu. Sebagian penulis menolak definisi ini karena terdapat perbedaan antara tingkat risiko dengan tingkat kerugian.
- *Risk is the possibility of loss* (Risiko adalah kemungkinan kerugian).  
 Istilah *possibility* berarti bahwa probabilitas sesuatu peristiwa berada diantara nol dan satu. Namun, definisi ini kurang cocok dipakai dalam analisis secara kuantitatif.
- *Risk is uncertainty* (Risiko adalah ketidakpastian).  
*Uncertainty* (ketidakpastian) dapat bersifat subyektif dan obyektif. Ketidakpastian secara subyektif merupakan penilaian individu terhadap situasi risiko yang didasarkan pada pengetahuan dan sikap individu yang bersangkutan. Ketidakpastian obyektif akan dijelaskan pada dua definisi risiko berikut.
- *Risk is the dispersion of actual from expected results* (Risiko merupakan penyebaran hasil aktual dari hasil yang diharapkan). Ahli statistik mendefinisikan risiko sebagai derajat penyimpangan sesuatu nilai disekitar suatu posisi sentral atau di sekitar titik rata-rata.
- *Risk is the probability of any outcome different from the one expected* (Risiko adalah probabilitas sesuatu hasil berbeda dengan hasil yang diharapkan). Menurut definisi di atas, risiko bukan probabilitas dari suatu kejadian tunggal, tetapi probabilitas dari beberapa hasil yang berbeda dari yang diharapkan.

Dari berbagai definisi diatas, risiko dihubungkan dengan kemungkinan terjadinya akibat buruk (kerugian) yang tidak diinginkan, atau tidak terduga. Dengan kata lain, kemungkinan itu sudah menunjukkan adanya ketidakpastian. Risiko dapat terjadi pada pelayanan, kinerja, dan reputasi dari institusi yang bersangkutan. Risiko yang terjadi dapat disebabkan oleh berbagai faktor antara lain kejadian alam, operasional, manusia, politik, teknologi, pegawai, keuangan, hukum, dan manajemen dari organisasi. Apabila risiko tersebut diartikan sebagai ketidak pastian yang menimbulkan kerugian (*Uncertainty of loss*), yang dimaksud disini kerugian dalam arti *financial (financial risk)*, dimana kerugian tersebut dapat dinilai secara *financial* atau dinilai dengan uang. Risiko dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1) ***Speculative Risks (Risiko Spekulatif)***

Risiko spekulatif adalah risiko yang memberikan kemungkinan untung (*gain*) atau rugi (*loss*) atau tidak untung dan tidak rugi (*breakeven*). Risiko Spekulatif disebut juga risiko dinamis (*dynamic risk*).

2) ***Pure Risks (Risiko murni)***

Risiko yang hanya mempunyai satu akibat yaitu kerugian. Sehingga tidak ada orang yang akan menarik keuntungan dari risiko ini. Contoh : Kebakaran

3) ***Fundamental Risk- (Risiko fundamental)***

Risiko yang sebab maupun akibatnya impersonal (tidak menyangkut seseorang). dimana kerugian yang timbul dari risiko yang bersifat fundamental biasanya tidak hanya menimpa seorang individu melainkan menimpa banyak orang.

*Contoh* : Gempa bumi ,perang, inflasi dan ain-lain

Risiko yang sifatnya fundamental dapat timbul misalnya dari :

1. Sifat masyarakat dimana kita hidup.
2. Dari peristiwa-peristiwa fisik tertentu yang terjadi diluar kendali manusia.

4) ***Particular Risks (Risiko khusus)***

Risiko khusus dimana risiko ini disebabkan oleh peristiwa-peristiwa individual dan akibatnya terbatas.

*Contoh:* Pencurian

5) ***Perubahan Klasifikasi Risiko***

Perubahan klasifikasi risiko dapat terjadi apabila penyebab terjadinya risiko dan akibat dari risiko berubah atau dapat pula disebabkan adanya cara pandang seseorang terhadap risiko tersebut.

*Contoh:*

Dulu pengangguran dianggap sebagai kemalasan atau kurangnya ketrampilan seseorang sehingga diklasifikasikan sebagai *Particular Risks*. Tetapi kini orang cenderung memandang pengangguran sebagai gejala yang umum, yang diakibatkan kegagalan pemakaian sistem ekonomi, oleh karena itu pengangguran dipandang sebagai *Fundamental Risks*.

## 2.2.2 Resiko Proses

Rekayasa risiko terdiri dari dua proses utama yang disebutkan di bawah ini:



**Gambar 2.1** Proses Rekayasa Resiko  
(Asgharizadeh et al, 2008)

### 2.2.2.1 Analisa Resiko

Penentuan probabilitas terjadinya suatu event sangatlah subyektif dan lebih berdasarkan nalar dan pengalaman. Beberapa risiko memang mudah untuk diukur, namun sangatlah sulit untuk memastikan probabilitas suatu kejadian yang sangat jarang terjadi. Sehingga, pada tahap ini sangatlah penting untuk menentukan dugaan



yang terbaik supaya nantinya kita dapat memprioritaskan dengan baik dalam implementasi perencanaan manajemen risiko. Kesulitan dalam pengukuran risiko adalah menentukan kemungkinan terjadi suatu risiko karena informasi statistik tidak selalu tersedia untuk beberapa risiko tertentu. Selain itu, mengevaluasi dampak severity (kerusakan) seringkali cukup sulit untuk asset immateriil. Dampak adalah efek biaya, waktu dan kualitas yang dihasilkan suatu resiko. Dalam kegiatan inspeksi dari beberapa perusahaan dan kegiatan ekonomi, resiko menandakan keadaan potensial yang harus dihindari pada setiap biaya. Manajer risiko tidak selalu bisa meramalkan totalitas dari laten risiko dari semua proyek. Meskipun demikian itu bermanfaat untuk membuat upaya untuk mengidentifikasi risiko lebih termasuk mustahil yang. Analisis risiko adalah dasar dari manajemen risiko.

#### **2.2.2.2 Manajemen Resiko**

Manajemen risiko adalah proses pengukuran atau penilaian risiko serta pengembangan strategi pengelolaannya. Strategi yang dapat diambil antara lain adalah memindahkan risiko kepada pihak lain, menghindari risiko, mengurangi efek negatif risiko, dan menampung sebagian atau semua konsekuensi risiko tertentu. Manajemen risiko tradisional terfokus pada risiko-risiko yang timbul oleh penyebab fisik atau legal (seperti bencana alam atau kebakaran, kematian serta tuntutan hukum). (Wikipedia). Konsep manajemen risiko awalnya dimulai dari konsep permainan perjudian, yang merupakan permainan kesempatan, dan membuat keuntungan berdasarkan prediksi (Dallas, 2006). Risiko ada sebagai konsekuensi dari ketidakpastian (APM, 2000) sedangkan manajemen risiko manajemen yang menggambarkan ketidakpastian atau dampaknya (Ward et al, 1997). Industri konstruksi di bidang migas misalnya, terbuka untuk risiko dan karena sifat bisnisnya ketidakpastian, dari penilaian investasi awal proyek sampai dengan penyelesaian fisik proyek. Industri ini rentan terhadap bahaya jika tidak ada langkah-langkah yang tepat dan tindakan pencegahan yang diambil ke dalam pertimbangan, terutama dalam mengelola risiko dan ketidakpastian. Manajemen risiko memastikan bahwa risiko diidentifikasi, *terievew* dan berkurang dan para stakeholder kunci kemudian sadar

akan risiko sebelum setiap pengambilan keputusan. Manajemen risiko yang baik, di semua tingkat, penting untuk keberhasilan dalam pencapaian tujuan (PPA, 2006). Chapman & Ward (2002) menyiratkan bahwa sumber risiko adalah setiap faktor yang dapat mempengaruhi proyek kinerja. Maksud dan tujuan manajemen risiko adalah untuk memastikan bahwa risiko diidentifikasi pada awal proyek, potensi dampak di mana mungkin terjadinya risiko atau dampaknya diminimalkan (OGC, 2003) dan, untuk meningkatkan kinerja proyek melalui identifikasi sistematis, penilaian dan manajemen proyek yang berkaitan dengan risiko (Chapman & Ward, 1997; Ward et al, 1997). Ada banyak model digunakan untuk mengelola risiko dan menurut Smith et al (2006) kebanyakan praktisi telah mengembangkan sendiri metodologi cocok untuk jenis-jenis proyek mereka terlibat masuk Model standar dibagi menjadi 4 bagian yaitu identifikasi risiko, analisis risiko, respon risiko dan pemantauan risiko dan review.

**Tabel 2.1 Tahapan Manajemen Risiko (OGC, 2003)**

Identifikasi Risiko	Menentukan risiko. Membedakan antara risiko yang asli dan dampaknya
Analisa Risiko	Menentukan kemungkinan yang akan terjadi dan potensi dampak. Memahami dan mengkuantifikasi <i>likelihood</i> dari kejadian-kejadian dan dampak bahaya. Membagi menjadi penilaian kualitatif dan kuantitatif
Respon Risiko	Untuk membawa risiko ke dalam batas yang dapat diterima (mengambil penanggulangan) Hanya ketika penyebab yang mungkin dan efek telah dipertimbangkan & dipahami. Terbagi dalam Penghindaran, Pengurangan, Pemindahan dan

	Penerimaan
Monitoring (Pengawasan)	Memperbarui dan mengendalikan resiko.
Umpan Balik	Seberapa baik resiko dikelola dan belajar untuk meningkatkan performa manajemen resiko untuk proyek-proyek di masa yang akan datang

## 2.3 Value Engineering

### 2.3.1 Definisi Value Engineering

*Value Engineering* adalah suatu sistem yang secara lengkap digunakan untuk mengidentifikasi dan berhubungan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi biaya maupun usaha dalam suatu produk, proses atau pelayanan” (Lawrence D. Miles, 1972). *Value Engineering* adalah suatu teknik manajemen yang menggunakan pendekatan sistematis untuk mencapai keseimbangan fungsional antara biaya, kehandalan dan performansi dari suatu produk atau proyek” (Larry W. Zimmerman dan Glen D. Hard, 1982). Dari definisi-definisi tersebut diatas, terlihat bahwa konsep *Value Engineering* adalah penekanan pada biaya proyek atau produk dengan tanpa menurunkan kualitas. Karakteristik *Value Engineering* adalah sebagai berikut:

1. Berorientasi pada sistem, artinya melihat suatu produk atau proyek secara menyeluruh dengan melihat keterkaitan dengan komponen dan memperhatikan fungsi dan nilai dari masing-masing komponen yang terlibat.
2. Bersifat multi disiplin, yang dilakukan oleh beberapa ahli yang berkompeten dan berpengalaman dibidangnya.
3. Merupakan suatu teknik manajemen, yang diaplikasikan untuk mencari efisiensi biaya proyek atau produk tanpa mengorbankan mutu, kehandalan dan performansi

4. Berorientasi pada fungsi, berusaha memenuhi fungsi-fungsi yang diperlukan dan sebanding dengan nilai yang diperoleh.
5. Berorientasi pada biaya siklus hidup, dengan melihat biaya secara total yang digunakan untuk konstruksi, operasi dan pemeliharaan.

Pengertian *Value Engineering* bukanlah berorientasi pada yaitu antara lain (1) *cost cutting process*, yaitu proses penurunan biaya dengan jalan menekan satuan atau mengorbankan mutu dan performance ataupun (2) hanya sekedar mengendalikan mutu dari suatu produk atau proses, melainkan berusaha mencapai mutu yang baik dengan biaya yang ekonomis.

Sedangkan menurut Ir. Enfah Ayu Lestari, MS (2009), studi *Value Engineering* (*Value Engineering*) dilakukan pada proyek atau produk yang sedang dikembangkan. Studi ini berkembang mulai tahun 1947. Pendekatan fungsional menjadi keberhasilan dari studi ini, yang kemudian menjadi dasar dari teknik *Value Analysis/Value Engineering*. Banyak kelebihan-kelebihan konsep ini di bandingkan dengan konsep-konsep lainnya. Program *Value Engineering* adalah suatu teknik yang telah teruji (*proven technique*) yang dipakai untuk mengatasi biaya yang tidak diperlukan (Chandra, 1986).

Pada tahun 1986 mulai diperkenalkan oleh Dr. Ir. Suriana Chandra dan di Indonesia dianjurkan pemakaiannya oleh Bappenas mulai tahun 1987. Untuk melakukan kajian ini, pertama kali ditinjau besarnya biaya dibagi dengan harga untuk sistem atau sub sistem yang akan dirancang. Menurut Zimmerman *et al.* (1982) dalam analisa nilai terdapat empat jenis nilai, yaitu :

1. Nilai guna (*use value*) ,nilai ini mencerminkan seberapa besar kegunaan produk akibat terpenuhinya suatu fungsi, yang umumnya tergantung dari sifat dan kualitas produk.

2. Nilai kebanggaan (*esteem value*), nilai ini menunjukkan seberapa besar kemampuan produk untuk memuaskan konsumen. Kemampuan ini ditentukan oleh sifat-sifat khusus produk seperti daya tarik, keindahan, maupun prestise dari produk tersebut.
3. Nilai tukar (*exchange value*), nilai ini menunjukkan seberapa besar keinginan konsumen untuk berkorban atau mengeluarkan biaya untuk mendapatkan produk tersebut.
4. Nilai biaya (*cost value*), nilai ini menunjukkan seberapa besar biaya total yang diperlukan untuk menghasilkan suatu produk untuk memenuhi semua fungsi yang diinginkan.

Nilai-nilai tersebut dapat digolongkan sebagai nilai-nilai yang dapat diukur (*quantifiable*) dan nilai-nilai yang tidak dapat diukur (abstrak). Secara konseptual, nilai dapat digambarkan sebagai ratio antara performansi yang ditampilkan oleh suatu produk terhadap biaya yang dikeluarkan untuk mendapatkan produk tersebut. Yang dimaksud dengan performansi adalah keuntungan atau manfaat yang diperoleh dari fungsi-fungsi suatu produk. Sedangkan kriteria adalah hal-hal yang menjadi bahan pertimbangan dalam menilai performansi suatu produk, misalnya keamanan, nilai gizi, kemudahan produksi, daya awet, dlsb.

Fungsi adalah karakteristik produk yang memenuhi kebutuhan atau keinginan, yang menyebabkan memiliki daya guna (menimbulkan performansi). Menurut Zimmerman *et al.* (1982), secara umum fungsi dibedakan atas :

1. Fungsi dasar (*basic function/ primary function*), yakni tujuan atau prosedur yang merupakan tujuan utama yang harus dipenuhi oleh suatu produk.
2. Fungsi pendukung (*supporting /secondary function*), yakni karakteristik suatu produk yang melengkapi fungsi dasar agar mempunyai performansi yang lebih baik.

3. Fungsi yang tidak diperlukan (*unnecessary function*), yakni karakteristik yang tidak dibutuhkan suatu produk dalam melaksanakan kerjanya. Fungsi yang tidak diperlukan ini umumnya timbul akibat asumsi yang salah atau persyaratan usang yang seharusnya dapat diperbaharui ataupun dihilangkan.

*Value Engineering* bukan hanya sekedar menganalisis biaya, tetapi mempunyai pengertian sebagai berikut :

1. Orientasi sistem (*system oriented*) rencana kerja formal untuk mengidentifikasi dan menghilangkan biaya-biaya yang tak perlu (*Unnecessary cost*).
2. Pendekatan multi disiplin kelompok (*Multidicopline Team Approach*) tim yang terdiri dari perencana-perencana berpengalaman dan konsultan *Value Engineering*.
3. *Life Cycle Oriented* memperhitungkan total biaya dalam jangka waktu siklus proyek, termasuk total biaya untuk memiliki dan mengoperasikan fasilitas.
4. Teknik manajemen yang telah terbukti kebenarannya (*A Proven Management Technique*)
5. Orientasi fungsiona (*Function Oriented*) menghubungkan fungsi yang diinginkan dengan nilai yang diterima.

*Value Engineering* bukanlah :

1. Koreksi Desain (*Design Review*), *Value Engineering* tidak bermaksud mengoreksi kekurangan-kekurangan dalam desain, juga tidak bermaksud mengoreksi perhitungan-perhitungan yang dibuat oleh perencana.
2. Proses membuat murah (*A Cheapening Process*), rekyasa nilai tidak menguangi/memotong biaya dengan mengorbankan keadaan dan performa yang diperlukan.
3. Sebuah keprluan yang dilakukan pada seluruh desain (*A Requirement done on all design*), *Value Engineering* bukanlah merupakan bagian dari jadwal

peninjauan kembali dari perencana, tetapi merupakan analisis biaya dan fungsi.

4. Kontrol kualitas (*Quality Control*), *Value Engineering* lebih dari sekedar peninjauan kembali status gagal dan aman sebuah hasil desain.

(Larry Zimmerman, 1988)

### 2.3.2 Proses *Value Engineering*

Agar *Value Engineering* memperoleh hasil yang diharapkan, perlu digunakan teknik- teknik tertentu yang didasarkan atas pengertian bahwa *Value Engineering* banyak berurusan langsung dengan sikap dan perilaku manusia, juga dengan masalah-masalah pengambilan keputusan dan pemecahan persoalan. Teknik ini terutama digunakan untuk pekerjaan *desain engineering* pada awal proyek. Para ahli semula berpendapat bahwa proyek tersebut sudah merupakan alternatif yang terbaik. Di antara teknik-teknik tersebut yang terpenting adalah sebagai berikut:

#### 1. **Bekerja atas Dasar Spesifik**

Semua pekerjaan diarahkan dengan menggunakan analisis persoalan pada bagian-bagian atau area yang spesifik. Pilih suatu area tertentu untuk dipelajari secara mendalam, konsentrasikan kepada persoalan ini sampai menjumpai inti masalah, kemudian disusun suatu usulan atau alternatif. Usulan yang bersifat umum akan mudah dibantah atau disanggah. Sebaliknya, bila masalah khusus didukung oleh fakta-fakta akan mengundang tanggapan yang masalah khusus didukung oleh fakta-fakta akan mengundang tanggapan yang positif.

#### 2. **Dapatkan Informasi dari Sumber Terbaik**

Untuk mendapatkan sumber informasi yang tepat dan terbaik, diusahakan dari berbagai sumber, kemudian mengkaji dan menyaringnya. Pada saat tingkat perkembangan ilmu dan teknologi yang demikian tinggi, para spesialislah yang dianggap mengetahui hal-hal yang bersifat khusus. Oleh karena itu, mereka dapat dianggap sebagai sumber terbaik untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan.

### 3. Hubungan Antar manusia

Hubungan antar manusia sama bobotnya dengan penguasaan aspek teknis. Keberhasilan program *Value Engineering* tergantung kepada pengertian dasar hubungan antar manusia, bagaimana bekerjasama dengan semua pihak yang akan ikut berperan. Pentingnya hubungan tersebut tergantung dari besarnya derajat ketergantungan terhadap masing-masing pihak. Dalam kegiatan *Value Engineering*, derajat ketergantungan relatif tinggi, sehingga penguasaan hubungan yang baik akan amat menentukan keberhasilan program *Value Engineering*.

### 4. Kerjasama Tim

Sifat dari *Value Engineering* memerlukan usaha bersama dari berbagai pihak, maka proses *Value Engineering* dilakukan oleh suatu tim. Menyusun suatu tim *Value Engineering* yang dapat bekerja efektif sama pentingnya dengan proses itu sendiri. Dalam hal ini, minimal 4 kriteria yang perlu diperhatikan, yaitu disiplin yang diwakili, peranan, jumlah anggota, dan kompetensi masing-masing anggota yang bersangkutan. Jenis obyek (masalah) menentukan komposisi disiplin yang disertai tugas untuk menanganinya. Bila tim *Value Engineering* disusun dari tenaga-tenaga di dalam perusahaan yang bersangkutan (bukan dari konsultan) umumnya komposisi tersebut terdiri dari hal-hal berikut ini.

- a. Mereka yang memiliki masalah
- b. Mereka yang ditugaskan memecahkan masalah.
- c. Mereka yang terkena dampak pemecahan masalah.

### 5. Mengatasi Rintangan

Rintangan merupakan hal yang tidak asing dalam proses menuju kemajuan. Misalnya usaha melakukan perubahan pekerjaan sehari-hari yang telah terbiasa dalam kurun waktu yang lama, umumnya akan mengalami tantangan atau hambatan. Untuk menghadapinya, prosedur *Value Engineering* disusun sebagai berikut:

- a. Dikaji apakah rintangan kemungkinan besar akan terjadi atau hanya imajinasi.



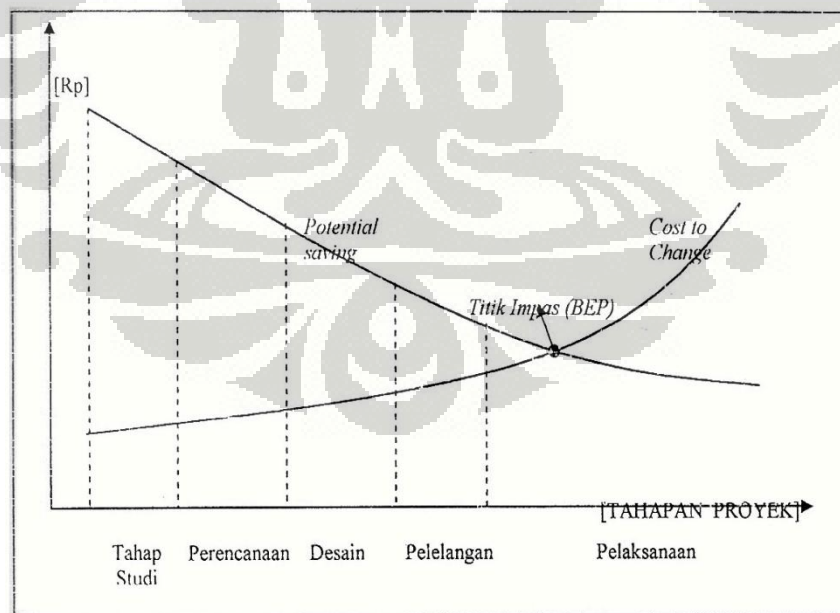
- b. Bila kemungkinan besar akan terjadi, rintangan dianalisis lebih jauh dan ditentukan tindakan yang diperlukan untuk mengatasinya.

Pengkajian yang sistematis dan seksama dengan mengklasifikasi jenis dan sebab rintangan, akan mempermudah mengambil langkah-langkah untuk mengatasinya.

### 2.3.3 Waktu Pelaksanaan *Value Engineering*

Penerapan *Value Engineering* harus diusahakan pada tahap konsep perencanaan. Sebab mempunyai fleksibilitas yang maksimal untuk mengadakan perubahan-perubahan tanpa menimbulkan biaya tambahan untuk perencanaan ulang. Dengan berkembangnya proses perencanaan, biaya untuk mengadakan perubahan-perubahan akan bertambah, sampai akhirnya sampai pada suatu titik yang tidak mempunyai penghematan yang dapat dicapai, seperti dijelaskan dalam Gambar 2.3

Dalam Gambar 2.2 di bawah dijelaskan bahwa potensi penghematan (*potensial savings*) habis oleh biaya untuk mengadakan perencanaan baru (*redesigning*), pemesanan kembali (*reordering*) dan pembuatan penjadwalan baru (*reschedulling*).



**Gambar 2.2.** Potensi penghematan oleh *Value Engineering*  
(Tajjudin.BA, 1998)

Menurut Tadjuddin BMA (1998), gambaran tentang penghematan selama berlangsungnya proyek dapat dilihat pada Gambar 3.1. *Value Engineering*, dapat diterapkan dari awal konsep biaya sampai dengan masa pelelangan. Penggunaan *Value Engineering* jika semakin dekat dengan titik impas maka proyek akan mengalami kerugian karena adanya kehilangan *potensial saving*. Dari gambar tersebut terlihat garis potensial penghematan (*potential saving*) akan semakin turun. Dengan berkembangnya proses kegiatan proyek tersebut dengan biaya- biaya yang ada (*cost to change*) akan semakin naik. Potensi penghematan akan terus turun sesuai dengan perubahan-perubahan perencanaan baru dalam pelaksanaan proyek.

#### **2.3.4 Rencana Kerja *Value Engineering***

Proses pelaksanaan *Value Engineering* mengikuti suatu metodologi berupa langkah-langkah yang tersusun secara sistematis. Menurut Imam Soeharto (1997), langkah-langkah yang tersusun secara sistematis ini lebih dikenal dengan "Rencana Kerja *Value Engineering* (RK-VE) atau *Value Engineering Job Plan*". Terdapat bermacam-macam istilah pada pakar tersebut, namun secara umum pada prinsipnya mempunyai cara kerja yang sama. Masing-masing tahapan *Value Engineering* akan dibahas lebih detail agar diperoleh pengertian tentang RK-VE yang lebih baik. Ada 5 (enam) tahap rencana kerja *value engineering* yaitu: tahap informasi, tahap analisis fungsi, tahap kreatif, tahap penilaian, tahap pengembangan dan rekomendasi.

##### **2.3.4.1 Tahap Informasi (*Information Phase*)**

Menurut Zimmerman (1982), tahap informasi ditujukan untuk mendapatkan informasi seoptimal mungkin dari tahap desain suatu proyek. Informasi tersebut antara lain berupa latar belakang yang memberikan informasi yang membawa kepada desain proyek, asumsi-asumsi yang digunakan, dan sensitivitas dari biaya untuk pemilikan dan pemanfaatan suatu bangunan.

Menurut Dell' Isola (1982), pada saat pengumpulan informasi beberapa pertanyaan perlu mendapat jawaban seperti :

- a. Apakah ini ?, akan membawa kepada *fitrah* atau *nature* dari proyek beserta bagian-bagian dan komponen-komponennya.
- b. Apa yang dikerjakannya ?, akan membawa kepada peran atau fungsi pada umumnya dari proyek beserta bagian-bagian dan komponen-komponennya.
- c. Apa yang harus dikerjakannya ?, akan membawa kepada fungsi primer dari proyek beserta bagian-bagian dan komponen-komponennya atau merupakan alasan dasar diadakannya proyek tersebut.
- d. Berapa biayanya ?, akan membawa kepada biaya produksi atau pelaksanaan dari proyek beserta bagian-bagian dan komponen-komponennya.
- e. Berapakah nilainya ?, akan membawa kepada penghargaan atas manfaat yang akan didapat dari proyek beserta bagian-bagian dan komponen-komponennya oleh klien atau dalam hal ini pemilik proyek.

Mengenai “nilai” ini perlu lebih dijelaskan karena sering ditemui dalam *Value Engineering*, maka menurut pendapat Thuesen (1993), nilai adalah ukuran penghargaan yang diberikan oleh seseorang kepada suatu barang atau jasa. Penghargaan ini mengacu kepada kepuasan yang akan didapat oleh seseorang atas barang atau jasa tersebut. Jadi tidak sepenuhnya melekat pada barang atau jasa itu, dan penghargaannya sangat bergantung kepada seseorang atas kepuasan yang didapatnya.

Faedah atau manfaat adalah ukuran kemampuan suatu barang atau jasa untuk memuaskan keinginan seseorang. Sebaliknya dari pada nilai, maka faedah melekat pada barang atau jasa. Dalam *Value Engineering*, faedah atau manfaat diidentifikasi dengan fungsi dari barang atau jasa tersebut.

*Output* dari tahap informasi ini adalah berupa perkiraan biaya untuk melakukan fungsi dasar. Perkiraan biaya fungsi dasar ini kemudian dibandingkan dengan taksiran bagian dari seluruh bagian. Bila biaya seluruh bagian jauh melebihi biaya fungsi dasar, kemungkinan besar peningkatan nilai bisa dilakukan.

#### **2..3.4.2 Tahap Analisis Fungsi (*Function Analysis Phase*)**

##### a. Pengertian Fungsi

Pendekatan fungsional mengandung pengertian bahwa uraian, kajian dan

analisis yang akan dilakukan terhadap suatu proyek, akan mengacu kepada aspek fungsi dari proyek tersebut. Menurut Hario Sabrang (1998), fungsi dari sesuatu adalah peran sesuatu tersebut dalam sistem yang melingkupinya. Perannya atau kegiatan yang terjadi dalam proyek tersebut adalah untuk mendukung tercapainya tujuan sistem yang melingkupinya.

Misalnya sebuah bangunan jembatan didesain dengan tujuan agar pemakai jembatan yang berada di atasnya dapat terjamin keamanan dan kenyamanannya, maka bangunan bawah jembatan harus mampu mendukung bangunan atas jembatan dan bangunan atas jembatan harus mampu menahan beban lalu-lintas serta dapat memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pemakai jembatan.

Menurut Mitchell (1982), pendekatan fungsional ini sangat strategis bagi *Value Engineering* karena pendekatan ini akan membedakan dengan teknik penghematan biaya yang lain. Seperti yang telah dikatakan oleh Thuesen (1993), bahwa dalam *Value Engineering* faedah diidentifikasi dengan fungsi dari pada barang atau jasa tersebut. Maka fungsi melekat pada barang atau jasa itu sendiri. Menurut Mitchell (1982), fungsi suatu barang atau jasa merupakan jawaban atas pertanyaan “*dapat melakukan apa benda atau barang atau jasa tersebut*”, dan menurut Hario Sabrang (1998) hal tersebut diidentifikasi dengan dua kata yaitu kata kerja dan kata benda.

Fungsi yang ditetapkan sebagai alasan dasar diadakannya suatu barang atau jasa disebut fungsi primer, dan akan menjawab pertanyaan “*apa yang harus dilakukan*” oleh barang atau jasa tersebut. Misalnya pintu kamar tidur, pertama harus mengendalikan akses visual, ini fungsi primer ke-1, kedua harus mengendalikan akses audio, ini fungsi primer ke-2, ketiga mengendalikan akses aroma, ini fungsi primer ke-3, dan seterusnya. Hal ini akan menjawab pertanyaan “*apa yang harus dilakukan*”, ini merupakan kriteria dalam pintu kamar tidur tersebut. Selain fungsi primer, ada pula fungsi sekunder. Fungsi sekunder suatu barang atau jasa sangat situasional serta kondisional dan bergantung kepada pembeli atau pemanfaatannya,

sehingga bisa banyak dan berbagai ragam.

#### b. Diagram FAST

FAST merupakan singkatan untuk *Function Analysis System Technique*. FAST merupakan alat bantu yang menggambarkan secara grafik hubungan logik fungsi suatu elemen, subsistem, atau fasilitas. Diagram FAST merupakan suatu diagram blok yang didasarkan atas jawaban-jawaban terhadap pertanyaan-pertanyaan "Mengapa?" dan "Bagaimana?" untuk item yang sedang ditinjau. Diagram FAST paling sesuai digunakan pada sistem-sistem yang kompleks untuk menggambarkan secara jelas fungsi dasar dan fungsi sekunder suatu sistem tertentu.

#### 2.3.4.3 Tahap Kreatif (*Creative Phase*)

Tahap kreatif adalah kemampuan untuk membentuk kombinasi baru dari dua konsep atau lebih yang sudah ada dalam pikiran. Untuk itu diperlukan kemampuan berpikir secara lateral dan dalam pelaksanaannya dapat digunakan teknik *brainstorming*, yang merupakan upaya mendorong timbulnya ide-ide sebagai alternatif melaksanakan fungsi yang telah ditetapkan. Kata kunci adalah "apa saja yang dapat melaksanakan fungsi yang ditetapkan?" untuk mengatasi kendala-kendala dalam melaksanakan kreativitas diperlukan berbagai sikap, seperti kepekaan terhadap masalah, keterbukaan, kelancaran, dan fleksibilitas dalam berpikir (Hario Sabrang, 1998). Menurut De Bono (1982), terdapat dua cara berfikir secara vertikal dan berfikir secara lateral. Berfikir secara vertikal mendasarkan kepada logika, dan disebut vertikal karena ada kontinuitas berfikir dari satu tahap ke tahap berikutnya. Disamping logika dan kontinuitas secara vertikal bersifat memilih dan menilai. Dalam memilih ini tentulah perlu berbagai alternatif. Untuk menciptakan alternatif-alternatif inilah digunakan berfikir secara lateral. Berfikir secara lateral selalu siap dengan pertanyaan-pertanyaan seperti "apa sajakah yang bisa menggantikan cara-cara lama yang biasa dilakukannya. Menurut Rawlinson (1981), teknik *brainstorming* atau sumbang saran adalah suatu cara untuk mendapatkan banyak ide dari sekelompok orang dalam waktu

yang singkat. Waktu yang singkat itu antara 20 menit dengan hasil 100 ide sampai dengan 225 menit dengan hasil 1200 ide.

Berfikir secara vertikal akan memilih dan menilai alternatif-alternatif yang telah dihasilkan oleh berfikir secara lateral, dan mengembangkan untuk mendapatkan solusi yang paling optimal. Dalam mengembangkan alternatif yang telah terpilih, tetap terbuka masuknya berfikir secara lateral, sehingga akan mendapatkan solusi yang total optimal (De Bono, 1982).

Menurut Utami Munandar (1985) dalam uraiannya menyatakan bahwa definisi kreativitas adalah kemampuan untuk membentuk kombinasi baru dari dua konsep atau lebih yang sudah ada dalam pikiran.

Menurut Rawlinson (1981) kreativitas adalah kemampuan untuk mengkombinasikan hal-hal yang semula tidak ada kaitannya, untuk memenuhi suatu fungsi tertentu. Dalam konsep kreativitas De Bono, fungsi ini merupakan acuan sudut pandang dari berbagai hal atau data, kombinasi yang dapat dibentuk akan bermacam-macam, namun kombinasi tersebut harus mengacu kepada fungsi yang sama. Dari hal itu, pada tahap kreatif ini diharapkan dapat menghasilkan alternatif-alternatif atau ide baru dari hal-hal yang telah ditetapkan pada tahap pengecekan kelayakan, untuk dilakukan *Value Engineering*.

Menurut Utami Munandar (1985), dalam uraiannya pada Makalah Lokakarya *Creative Problem Solving* menyatakan bahwa pemikiran kreatif dapat dilakukan bilamana seseorang atau suatu kelompok mempunyai sikap sebagai berikut:

- a. Kepekaan terhadap masalah, kemampuan untuk melihat masalah yang orang lain belum melihatnya, dapat melihat kekurangan, kelemahan atau kesalahan pada suatu objek atau intuisi.
- b. Kelancaran dalam berfikir, kemampuan untuk mencetuskan banyak gagasan yang mengarah pada pencapaian tujuan atau penyelesaian masalah.
- c. Fleksibilitas dalam berfikir, kemampuan untuk memberikan gagasan yang bervariasi, bebas dari kekakuan, dan persersasi.
- d. Originalitas dalam berfikir, kemampuan-kemampuan untuk

memberikan jawaban/gagasan yang tidak biasa, yang jarang diberikan oleh orang lain. Menghadapi masalah dapat melihat asosiasi yang jauh, dapat melepaskan diri dari keterikatan objek atau situasi.

- e. Kemampuan melakukan redefinisi, untuk memberi arti pada objek atau masalah, dengan melepaskan interpretasi yang lama, yang biasa, untuk dapat menggunakan dengan cara yang baru.
- f. Kemampuan melakukan elaborasi, untuk mengembangkan suatu ide, konsep atau objek, memperkaya gagasan, memperinci gagasan dalam bentuk detail- detailnya.

Adapun hambatan untuk berfikir menurut Utami Munandar (1985) dalam uraiannya pada makalah yang sama menyatakan :

- a. Hambatan persepsi, yang timbul dalam pengamatan masalah untuk pertama kali.
- b. Hambatan emosional, diwarnai dan membatasi bagaimana kita melihat, dan bagaimana kita berfikir tentang suatu masalah.
- c. Hambatan kebudayaan, diperoleh dari pola-pala kebudayaan tertentu.
- d. Hambatan imajinasi, menghadapi kebebasan dalam mengeksplorasi dan memanipulasi gagasan-gagasan.
- e. Hambatan intelektual, timbul bila dihimpun, dirumuskan atau diolah secara tidak benar.
- f. Hambatan ekspresi, membatasi konseptualisasi pada tahap terakhir dari ungkapan gagasan.
- g. Hambatan lingkungan, yang berasal dari lingkungan dekat sosial dan fisik.

#### **2.3.4.4. Fase Evaluasi/Analisis**

Gagasan yang muncul selama Fase Spekulatif/Kreatif disaring dan dievaluasi oleh tim. Gagasan yang memiliki potensi penghematan biaya dan peningkatan mutu proyek dipilih untuk ditelaah lebih lanjut pada Fase Evaluasi ini.

### 2.3.4.5. Fase Pengembangan/Rekomendasi

Pada fase ini, Tim *Value Engineering* menelaah gagasan atau alternatif yang terpilih dan menyiapkan deskripsi, gambar-gambar dan estimasi *life cycle cost* terkait yang mendukung rekomendasi yang diajukan sebagai proposal *Value Engineering* yang resmi.

*Life cycle cost* (LCC) merupakan seluruh biaya yang signifikan yang tercakup di dalam pemilikan dan penggunaan suatu benda, sistem atau jasa sepanjang suatu waktu yang ditentukan. Periode waktu yang digunakan adalah masa guna efektif yang direncanakan untuk fasilitas yang bersangkutan. Analisis LCC dilakukan untuk menentukan alternatif dengan biaya paling rendah. Di dalam *Value Engineering* seluruh gagasan dapat dibandingkan atas dasar LCC bila seluruh alternatif di definisikan untuk menghasilkan fungsi dasar atau sekumpulan fungsi yang sama. Selain fungsi yang sebanding, analisis ekonomi mensyaratkan bahwa alternatif-alternatif dipertimbangkan atas dasar kesamaan kerangka waktu, kuantitas, tingkat kualitas, tingkat pelayanan, kondisi ekonomi, kondisi pasar, dan kondisi operasi. Elemen-elemen biaya yang diperhitungkan meliputi (PBS, 1992):

a. Biaya Awal (*Initial Costs*):

- (1) Biaya Bangunan/Produk (*Item Cost*): merupakan biaya untuk memproduksi atau membangun produk/bangunan yang bersangkutan.
- (2) Biaya Pengembangan (*Development Cost*): merupakan biaya-biaya yang terkait dengan desain, pengujian, prototype, dan model.
- (3) Biaya Implementasi (*Implementation Cost*): merupakan biaya yang diantisipasi ada setelah gagasan disetujui, seperti: desain ulang, inspeksi, pengujian, administrasi kontrak, pelatihan, dan dokumentasi.
- (4) Biaya Lain-lain (*Miscellaneous Cost*): merupakan biaya yang tergantung dari produk/bangunan yang bersangkutan, termasuk biaya peralatan yang diadakan oleh pemilik, pendanaan, lisensi dan biaya jasa (*fee*), dan pengeluaran sesaat lainnya.



b. Biaya Tahunan (*Annual Recurring Costs*):

- (1) Biaya Operasi (*Operation Cost*): meliputi pengeluaran tahunan yang diperkirakan yang berhubungan dengan produk/bangunan tersebut seperti untuk utilitas, bahan bakar, perawatan, asuransi, pajak, biaya jasa (*fee*) lainnya, dan buruh.
- (2) Biaya Pemeliharaan (*Maintenance Cost*): meliputi pengeluaran tahunan untuk perawatan dan pemeliharaan preventif terjadwal untuk suatu produk/bangunan agar tetap berada dalam kondisi dapat dioperasikan.
- (3) Biaya-biaya Berulang Lainnya (*Other Recurring Costs*): meliputi biaya-biaya untuk penggunaan tahunan peralatan yang terkait dengan suatu produk/bangunan dan juga biaya pendukung tahunan untuk *management overhead*.

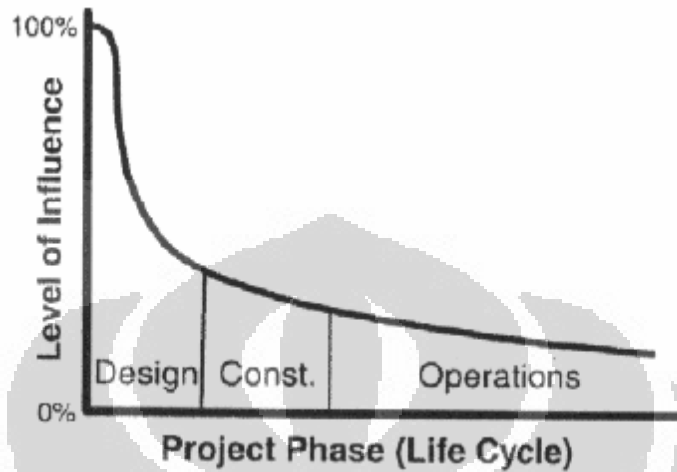
c. Biaya Tidak Berulang (*Nonrecurring Cost*):

- (1) Biaya Perbaikan dan Penggantian (*Repair and Replacement Cost*): merupakan biaya yang diperkirakan atas dasar kerusakan dan penggantian yang diprediksi dari komponen-komponen sistem utama, biaya-biaya perubahan yang diprediksi untuk kategori-kategori ruang yang berhubungan dengan frekuensi perpindahan, perbaikan modal yang diprediksi perlu untuk pemenuhan standard sistem pada suatu waktu tertentu. Biaya yang diperkirakan tersebut adalah untuk suatu tahun tertentu di masa yang akan datang.
- (2) Nilai Sisa (*Salvage*):  
 Nilai sisa (*salvage value*) sering disebut sebagai *residual value*. Nilai sisa merupakan nilai pasar atau nilai guna yang tersisa dari suatu produk/bangunan pada akhir masa layan yang dipilih dalam LCC.

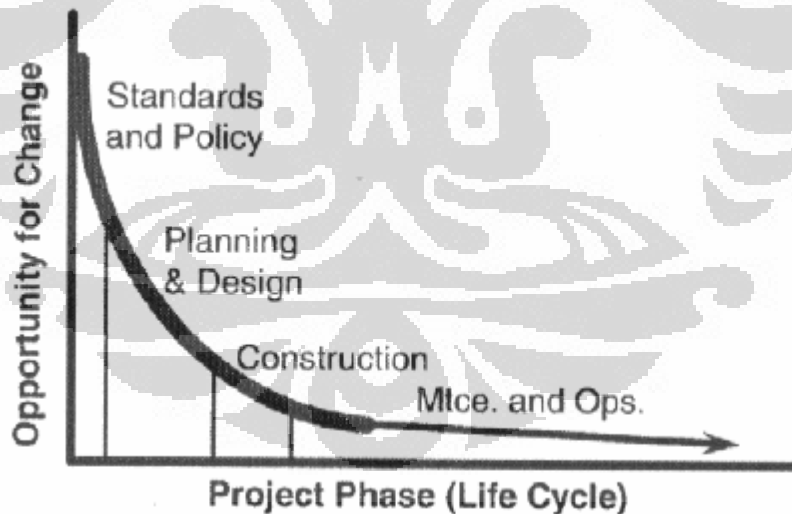
### **2.3.5 Pengaruh Saat Diterapkannya *Value Engineering* atau *Value Engineering* Selama Berlangsungnya Proyek**

Studi rekayasa nilai atau *Value Engineering* akan lebih bermanfaat bila dilaksanakan sedini mungkin. Ini disebabkan kenyataan bahwa 80-90% dampak

terhadap kualitas dan biaya proyek ditentukan oleh fase perencanaan (*planning*) dan desain. Keadaan ini diperlihatkan pada **Gambar 2.3** dan **Gambar 2.4**.



**Gambar 2.3.** Tingkat pengaruh penerapan *Value Engineering* terhadap biaya sepanjang perjalanan proyek  
(NCHRP, 2005)



**Gambar 2.4.** Kesempatan untuk mengimplementasikan perubahan sepanjang perjalanan proyek  
(NCHRP, 2005)

Penerapan *Value Engineering* secara sangat dini selama berlangsungnya proyek juga akan melancarkan pengembangan alternatif, dibandingkan dengan mencoba mengoptimalkan desain pada tahap yang lebih lanjut. Penggunaan *Value Engineering* pada tahap awal memungkinkan tim proyek untuk secara cepat mendefinisikan konsep proyek. Selanjutnya, tim dapat mengambil manfaat dengan adanya keterlibatan *stakeholders* sejak awal untuk mencapai kesepakatan lebih dini yang akan mempersingkat keseluruhan waktu yang diperlukan untuk mencapai solusi optimal. Salah satu cara untuk mengukur manfaat penerapan *Value Engineering* adalah melalui *Return on Investment (ROI)* yang merupakan suatu index yang didasarkan atas biaya untuk melaksanakan suatu studi *Value Engineering* pada suatu proyek dan penghematan biaya yang diperoleh sebagai hasil implementasi rekomendasi *Value Engineering*.

Sebagai contoh, *Value Engineering* pada tahap konsep telah dilakukan oleh *New York District Corps of Engineers* dalam pengendalian kerusakan pantai di utara New Jersey (Melby, 2003). Selanjutnya, penerapan *Value Engineering* pada tahap *preliminary design* antara lain telah dilakukan pada jembatan-jembatan jalan raya di Jepang (Hwang, 2003). *Value study* pada fase *environmental assessment* misalnya telah dilakukan pada Wadsworth Bypass di Amerika Serikat dengan hasil yang memuaskan sehingga dinominasikan untuk mendapat penghargaan dari AASHTO.

#### **2.4 Integrasi dan Aplikasi *Value Engineering* dalam Analisis Resiko pada *Risk Management***

Ide utama untuk mengintegrasikan *Value Engineering* dan *Risk Engineering* adalah untuk mengoptimalkan nilai pada proyek. Dallas (2006) menyatakan hal kecil yang akan menjadi masalah besar untuk memaksimalkan nilai dari proyek adalah jika secara signifikan suatu resiko yang mengganggu terwujud di dalam sistem proyek, dan proyek yang di mana semua risiko dihindari juga tidak mungkin dapat memaksimalkan nilai. Sementara itu, Paliokostas (2000) menunjukkan bahwa teknik penggabungan ini tampaknya begitu kompatibel dan saling melengkapi, sehingga jika

terus menggunakannya secara terpisah bisa berarti pemborosan waktu dan sumber daya. OGC (2003) mengusulkan bahwa pelatihan *Value Engineering* dilakukan pertama, untuk menentukan apa sebenarnya yang merupakan nilai bisnis dari proyek. Setelah itu, resiko yang mungkin terjadi kemudian bisa diidentifikasi.

Dalam *Value Engineering*, penilaian dan analisis risiko sangat diperlukan untuk proyek-proyek yang akan dijalankan, karena kombinasi dari dua konsep tersebut akan memberikan umpan balik yang lebih komprehensif mengenai daerah risiko potensial dan dasar evaluasi yang lebih luas untuk menetapkan rentang biaya. Sebagian besar tim proyek pengembangan desain *Value Engineering* hanya mempertimbangkan biaya saja, dan tidak mewakili gambaran yang akurat tentang biaya total keseluruhan proyek. Penilaian dan analisis resiko memerlukan upaya-upaya kreatif tambahan (seperti *brainstorming*) untuk mengembangkan ide-ide mitigasi risiko terisolasi. Analisis risiko akhir memerlukan hasil dari tindakan Reakayasa Nilai yang disetujui untuk dapat diaplikasikan, sebelum mereka dapat memperbaiki anggaran proyek utama, ide-ide *Value Engineering* harus dilaksanakan.

## **BAB III**

### **METODOLOGI STUDI**

#### **3.1 Pendahuluan**

Kegiatan studi ini terdiri dari beberapa tahap. Tiap tahap merupakan bagian yang menentukan untuk menjalankan tahapan selanjutnya. Teori-teori yang sudah ada merupakan dasar dalam melaksanakan penelitian dan mengacu pada latar belakang dan tujuan yang akan dicapai. Untuk mendapatkan hasil studi yang baik, diperlukan suatu urutan langkah yang cermat. Hal ini dikarenakan kegiatan studi ini merupakan suatu proses yang saling berinteraksi satu sama lainnya sehingga setiap langkah perlu dilaksanakan secara cermat.

Metodologi studi adalah langkah-langkah dan rencana dari proses berpikir dan memecahkan masalah, mulai dari pendahuluan, penemuan masalah, pengamatan, pengumpulan data baik referensi tertulis maupun observasi langsung di lapangan. Melakukan pengolahan dan interpretasi data sampai penarikan kesimpulan atas permasalahan yang diteliti.

#### **3.2 Materi penelitian**

Pada kegiatan studi ini akan dibahas mengenai integrasi manajemen resiko dan *value engineering* pada laporan HAZOP proyek pengalihan gas di Pulau Gading.

#### **3.3 Objek dan subjek Studi**

Objek penelitian akan dilakukan pada laporan HAZOP proyek pengolahan gas di Pulau Gading. Pada laporan HAZOP tersebut akan dipilih node dengan level resiko paling tinggi pada tahap awal desain, kemudian dianalisa sensitivitas dan diteliti kegiatan apa saja didalam studi HAZOP yang termasuk ke dalam rencana kerja *value engineering* dan seberapa besar pengaruh *value engineering* dalam menurunkan nilai resiko.

### 3.4 jenis Data

Adapun data yang dipakai pada kegiatan studi ini adalah sebagai berikut :

#### A. Data Primer

Data pokok yang dipakai pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Data Laporan HAZOP Proyek pengolahan gas di Pulau Gading
- 2) Data anggaran biaya proyek pada tahapan awal desain sebelum HAZOP dan sesudah HAZOP
- 3) Data daftar biaya yang diakibatkan oleh HAZOP

#### B. Data Sekunder

Data diluar data pokok pada kegiatan studi ini adalah sebagai berikut :

- 1) Data gambar P&ID proyek pengolahan Gas di Pulau Gading

### 3.5 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data untuk kegiatan studi ini dilakukan dengan beberapa teknik berikut ini :

#### 1. Studi Pustaka

Mencari data dan informasi yang berhubungan dengan tinjauan pustaka dan bersumber pada sumber yang relevan dengan topik dan tujuan studi.

#### 2. Observasi

Mendapatkan data langsung dengan melakukan pengamatan langsung pada hal-hala yang berkaitan dengan kegiatan studi.

### 3.5 Teknik Pengolahan Data

#### I. Analisa Sensitivitas

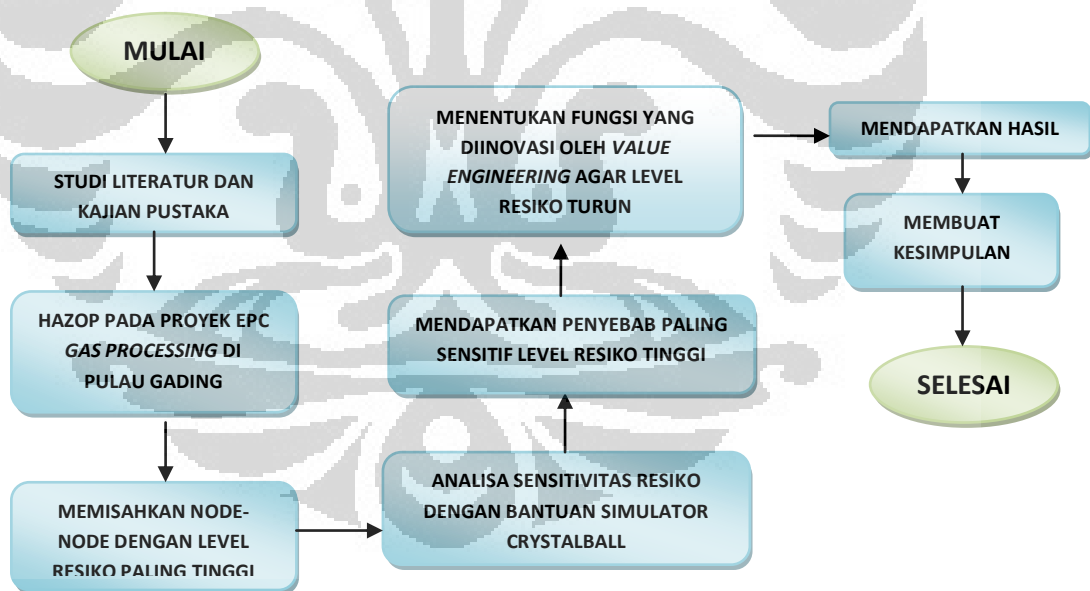
Analisa sensitivitas dilakukan dengan menggunakan bantuan crystal ball dengan simulasi monte carlo, yang secara kuantitatif dapat menghasilkan hasil olahan data dalam bentuk angka yang bertujuan untuk menentukan faktor apa saja yang paling berpengaruh dalam menghasilkan nilai resiko yang tinggi pada tahap awal desain proyek pengolahan gas di Pulau Gading ini.

II. Identifikasi Hal-Hal Pada Laporan HAZOP yang berhubungan dengan *value engineering*, dilakukan dengan membuat rencana kerja *value engineering* dengan tahap-tahap berikut ini :

- 1) Tahap Informasi
- 2) Tahap Analisis Fungsi
- 3) Tahap Kreatif
- 4) Tahap Penilaian
- 5) Tahap Pengembangan
- 6) Tahap Rekomendasi

### 3.7 Diagram Alir Kegiatan Studi

Arus kegiatan studi harus dirancang sebaik-baiknya, karena arus kegiatan studi adalah pedoman dalam menjalankan proses studi agar tujuan yang diharapkan dapat dicapai. Adapun diagram alir kegiatan studi dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini :



**Gambar 3.1** Konsep Dasar Alur Penelitian

## BAB IV

### ANALISA DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 PENGUMPULAN DATA

##### 4.1.1 Penentuan Sistem yang akan dianalisa terkait studi HAZOP

Pada laporan HAZOP pengolahan gas di pulau Gading ini sistem yang akan dibahas pada sistem - sistem yang memiliki nilai level resiko paling tinggi pada tahap awal desain proses. Pada gambar 4.1 dijelaskan daftar gambar yang dipakai dalam menganalisa kegiatan-kegiatan yang akan dikaitkan pada *value engineering*.

**Tabel 4.1** Referensi gambar yang dipakai dalam proses Hazop  
(Pandhu Dewanto, 2011)

<i>Drawing Title</i>	<i>Drawing No.</i>	<i>Rev.</i>	<i>Node No.</i>
<i>Wellhead Configuration, Well configuration Pad, Future receiver flowline, Production Cooler.</i>	<i>PG-10-PID-003</i>	<i>C2</i>	<i>PG 1</i>
	<i>PG-10-PID-005</i>	<i>C2</i>	
	<i>PG-10-PID-008</i>	<i>C2</i>	
<i>Gas mercury removal system, TEG contractor, TEG regeneration package</i>	<i>PG-18-PID-033</i>	<i>C2</i>	<i>PG 5 &amp; 6</i>
	<i>PG-20-PID-015</i>	<i>C2</i>	
	<i>PG-20-PID-016</i>	<i>C2</i>	
<i>Fuel gas Pre-heater</i>	<i>PG-70-PID-024</i>	<i>C2</i>	<i>PG 8</i>
	<i>PG-70-PID-025</i>	<i>C2</i>	

##### 4.1.2 Daftar Node yang dipakai

Pada studi akan dilihat sistem - sistem yang memiliki level resiko paling tinggi pada tahap awal desain proyek dengan keterangan node sebagai berikut :

**Tabel 4.2** Deskripsi Nodes  
(Pandhu Dewanto,2011)

<b>Node</b>	<b>Section Description</b>
PG 01	<i>Flow from wellhead to production cooler</i>
PG 05	<i>To remove dissolved gas from water</i>
PG 08	<i>To supply fuel gas</i>



### 4.1.3 Hazop Report

Pada gambar 4.3 ditampilkan bagian laporan HAZOP pada beberapa sistem pengolahan gas yang memiliki nilai resiko yang paling tinggi di tahap awal desain proyek. Laporan HAZOP selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran B.

**Tabel 4.3 Hasil Laporan Studi Hazop dengan Level Resiko Tertinggi (Pandhu Dewanto,2011)**

No	Node Number	P&ID Number	Section Description	Cause	Consequences	Safeguards	Action Item	Level Risk		Other
								Before HAZOP	After HAZOP	
1.	PG01.01	(Covers P&ID Sheets 1-11) PG-10-PID-003 (Sheet 1-11), PG-10-PID-004, PG-10-PID-005, PG-10-PID-006, PG-10-PID-008, PG-10-PID-011, PG-10-PID-012, PG-15-PID-013	Wellhead Configuration, Well configuration Pad, Future receiver flowline, Production Cooler	1. PG-10-PV-104 more open.	1.1. More flow to production cooler. 1.2. Potential damage to reservoir and shorten life of field. 1.3. High pressure downstream. 1.4. Potential higher load on cooler PG-10-E-01. 1.5. Potential sand erosion of piping	1.1.1. PG-10-PA-104 High alarm on DCS, PG-10-PA-105 High trip shuts PG-10-SCSSV-101, PG-10-SSV-102 and PG-10-SDV-103. 1.1.2. Wellhead design pressure 2585psi. 1.1.3. Pipe rating API 5000 up to PG-10-PV-104, then ANSI 1500.	1.1.1.1. Consider removing PG-10-SCSSV101 trip action. PG-10-SCSSV 101 only to close on fire and ESD.	4	2	\$ 224,673.00
2.	PG05.04	PG-40-PID-019, PG-40-PID-020	P&ID Degasser & P&ID Produced Water Tank	3. Failure of PG-40-PCV-164	3.1. Potential over Pressurization of PG-40-T-01	3.1.1. PG-40-PCV.163,PG-40.PSV-165	3.1.1.1 Coonsider Local PI on Top Tank	4	2	\$ 20,926.84
3.	PG08.04	PG-70-PID-024, PG-70-PID025	Fuel Gas Pre Heater	2. PG-70-PV-10 and PG-70-PV-112 open	2. High Pressure in system	2.1.1 PG-70-PIC-118 High alarm and PG-70-PSV-109 A/B	2.1.1.1 Confirm sizing of PG-70-PSV-109 A/B and HP flare for both valves ope	4	2	\$ 17,015.12

### 4.1.4 Estimasi Nilai Pengeluaran Proyek

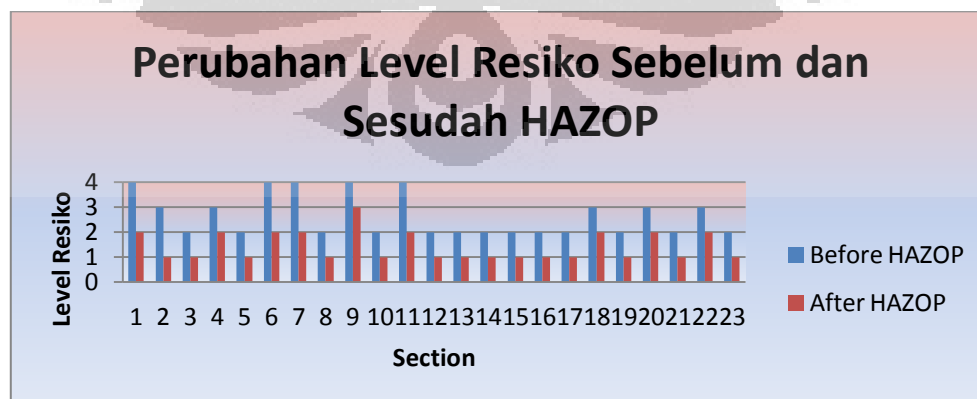
Proyek seringkali mengalami *overruns* estimasi biaya. *Overruns* umum terjadi pada proyek-proyek pemerintah dan komersial, bahkan ketika perubahan dalam desain sudah ikut diperhitungkan juga. Salah satu alasan ini terjadi adalah karena estimasi biaya secara tradisional gagal memperhitungkan risiko bahwa pekerjaan akan benar-benar mengalami biaya lebih (atau kurang) dari yang disediakan atau bahkan perkiraan yang paling kompeten sekalipun. Perkiraan masa depan bukan merupakan fakta namun pernyataan probabilitas tentang bagaimana hal-hal akan berubah.

Pada penelitian yang dipakai sebagai referensi pada studi ini dilakukan analisa biaya karena HAZOP dan akan dibandingkan dengan nilai keseluruhan proyek. Nilai estimasi proyek pada tahap awal desain diperkirakan akan menghabiskan biaya sebesar \$ 39,707,014. Dan setelah dilakukan studi HAZOP biaya proyek mengalami perubahan. Pada studi ini dilakukan perhitungan persentase biaya yang bertambah dan berkurang setelah dilakukannya studi HAZOP pada sistem-sistem yang memiliki nilai level resiko yang paling tinggi. Penambahan dan pengurangan biaya terjadi karena ada beberapa fungsi yang ditambah dan dikurangi dengan tujuan mencegah kejadian yang beresiko lebih tinggi. Panambahan dan pengurangan fungsi tersebut dapat ddikategorikan kegiatan yang termasuk *value engineering*. Total biaya keseluruhan proyek dan biaya akibat studi HAZOP dapat dilihat pada lampiran D.

## 4.2 Analisa Data

### 4.2.1. Perubahan Level Resiko Setelah studi HAZOP

Setelah dilakukan studi HAZOP dapat diketahui beberapa desain awal pada proyek EPC masih banyak mengalami kekeurangan. Perlu dilakukan beberapa inovasi untuk menurunkan resiko yang mungkin terjadi. Inovasi yang dilakukan dikaitkan dengan konsekuensi yang ditimbulkan dari masing-masing seksi kegiatan proyek sesuai hasil studi HAZOP yang dilakukan. Dari 23 node yang dianalisa HAZOP nya dihasilkan penurunan level risiko yang bervariasi tergantung dampak dan tindakan solutif yang diambil. Pada Gambar 4.1 berikut ditampilkan level resiko yang sudah menurun setelah studi HAZOP.



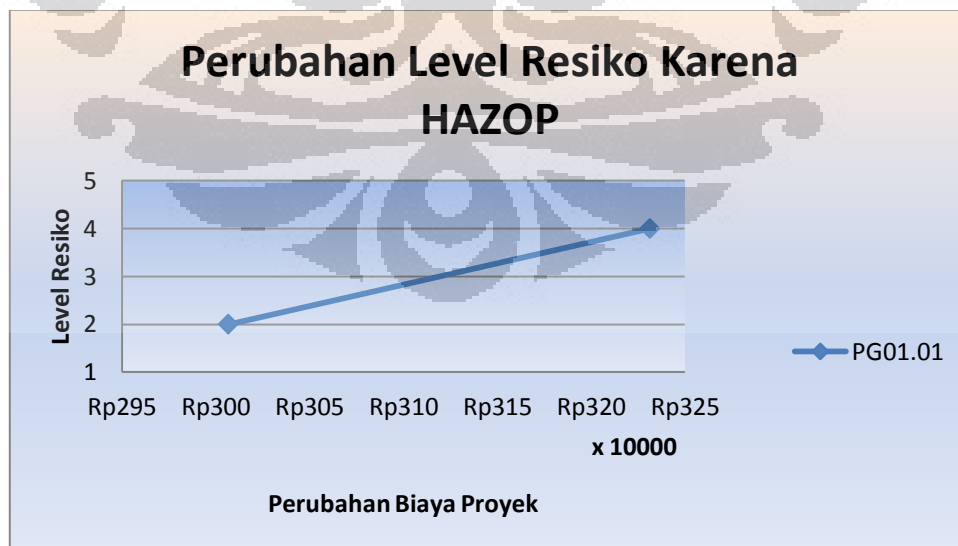
**Gambar 4.1** Penurunan Level Resiko Setelah Studi HAZOP

Level resiko pada laporan studi HAZOP di proyek EPC Pulau Gading diklasifikasikan dalam empat level sesuai dengan tingkatan level bahaya yang akan diakibatkan pada performa proyek, dideskripsikan sebagai berikut :

- 1 : *Low Risk*, ada di anggaran proyek
- 2 : *Moderate Risk*, ditangani langsung ditingkat proyek
- 3 : *Significant Risk*, perlu ditangani oleh manajer proyek
- 4 : *High Risk*, perlu pengamatan rinci, penanganan harus level pimpinan

#### 4.2.2. Inovasi Fungsi oleh *Value Engineering* dan Pengaruhnya Terhadap Level Resiko

Dari 23 node hasil studi HAZOP pada proyek EPC di Pulau Gading kemudian dianalisa 3 node yang pada desain awal memiliki resiko paling tinggi. Pada beberapa inovasi atau perubahan yang dilakukan mengakibatkan penambahan dan pengurangan biaya. Hal ini dilakukan untuk menurunkan resiko terhadap konsekuensi yang mungkin timbul dan memakan biaya lebih besar dari inovasi desain yang dilakukan. *Value Engineering* berperan terhadap pola pikir kreatif untuk mencari tindakan yang tepat untuk menginovasi desain agar level resiko dapat dikurangi. Pada gambar 4.2 dan gambar 4.3 dibawah ini ditampilkan contoh kasus penambahan biaya dan pengurangan biaya proyek yang menghasilkan penurunan resiko.

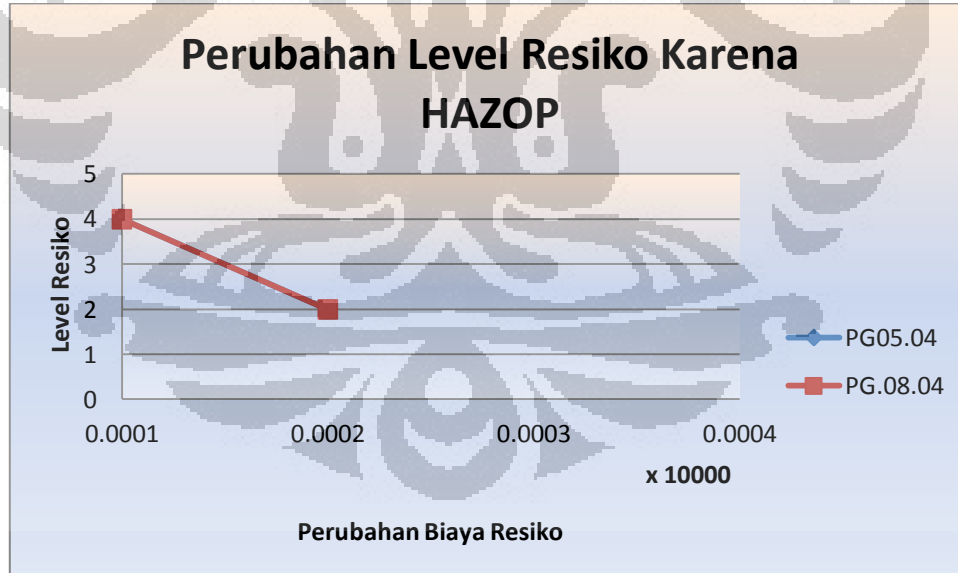


**Gambar 4.2** Penurunan Level Resiko dengan Pengurangan Biaya Proyek

Pada gambar 4.2 ditampilkan grafik penurunan biaya proyek sebesar 6,95 % pada salah satu konfigurasi wellhead section node PG 01.01 dari total biaya proyek sebesar \$ 32,31,321 menjadi \$ 30,006,648. Pengurangan biaya dilakukan setelah mengkaji seberapa besar resiko dan konsekuensinya. Setelah dilakukan beberapa kajian, pada laporan hasil studi HAZOP disebutkan bahwa pada bagian ini beberapa konsekuensi yang mungkin timbul :

- Akan terjadi kelebihan aliran pada *production cooler*
- Terjadinya kerusakan potensial pada reservoir dalam jangka pendek dan memperpendek umur peralatan
- Terjadinya peningkatan tekanan pada aliran *downstream*
- Pada PG 10-E-01 mengakibatkan pemasukkan beban aliran berlebihan
- Erosi pada jaringan sistem perpipaan

Pada beberapa konsekuensi yang telah dikaji kemudian ditentukan beberapa tindakan solutif yang akan mengurangi dampak dari konsekuensi yang telah dikaji tersebut. Selengkapannya dapat dilihat pada lampiran.



**Gambar 4.3** Penurunan Level resiko dengan Penambahan Biaya Proyek

Gambar 4.3 menampilkan contoh kasus penambahan biaya proyek untuk menekan tingkat resiko. Kasus ini terjadi pada sistem *Degasser, Produced water tank* dan sistem *Fuel Gas Pre-Heater*. Konsekuensi yang mungkin ditimbulkan dari sistem ini adalah kelebihan tekanan pada sistem yang mengancam bahaya sekitar. Sebelum dikaji sistem ini berada pada level resiko 4. Setelah ditentukan tindakan solutif berupa penambahan indikator tekanan dan *strainer*, level resiko turun pada angka 2.

#### 4.2.3 Analisa Sensitivitas System

Dari ketiga node dengan tingkat resiko tertinggi dianalisa konsekuensi yang paling berpengaruh pada sistem dan akan memberikan dampak besar apabila tidak ditangani lebih awal. Analisa sensitivitas menggunakan bantuan *crystal Ball*. Simulasi dengan bantuan program *Crystal Ball* dapat menghasilkan suatu keputusan dan suatu peramalan dari pendugaan yang akan kita ramalkan. Sehingga dalam membuat suatu simulasi peramalan akan lebih efisien dan menghemat banyak waktu. Peran Industri konstruksi masih bergelut dengan permasalahan ketidak efisienan dalam pelaksanaan operasi konstruksinya. Sehubungan dengan usaha untuk meningkatkan efisien dan efektifkan operasi konstruksi, perusahaan konstruksi harus mencari cara yang tepat untuk merencanakan, melaksanakan serta mengendalikan operasi konstruksi tersebut dapat berjalan lancar sesuai dengan sumber daya yang telah direncanakan. Manfaat Diharapkan dengan adanya kemajuan teknologi dalam simulasi ini dapat memperoleh gambaran yang tepat mengenai pekerjaan yang akan dilakukan berikut resiko dan permasalahannya.

Keseringan atau tingkat keseringan dibagi 5 level, berikut deskripsinya :

- 1 : Sangat jarang
- 2 : Jarang
- 3 : Sering
- 4 : Sangat Sering
- 5 : Selalu

Pada seksi node PG 01.01 tempat reservoir gas, dilaporkan memungkinkan terjadinya 5 kemungkinan bahaya, yaitu

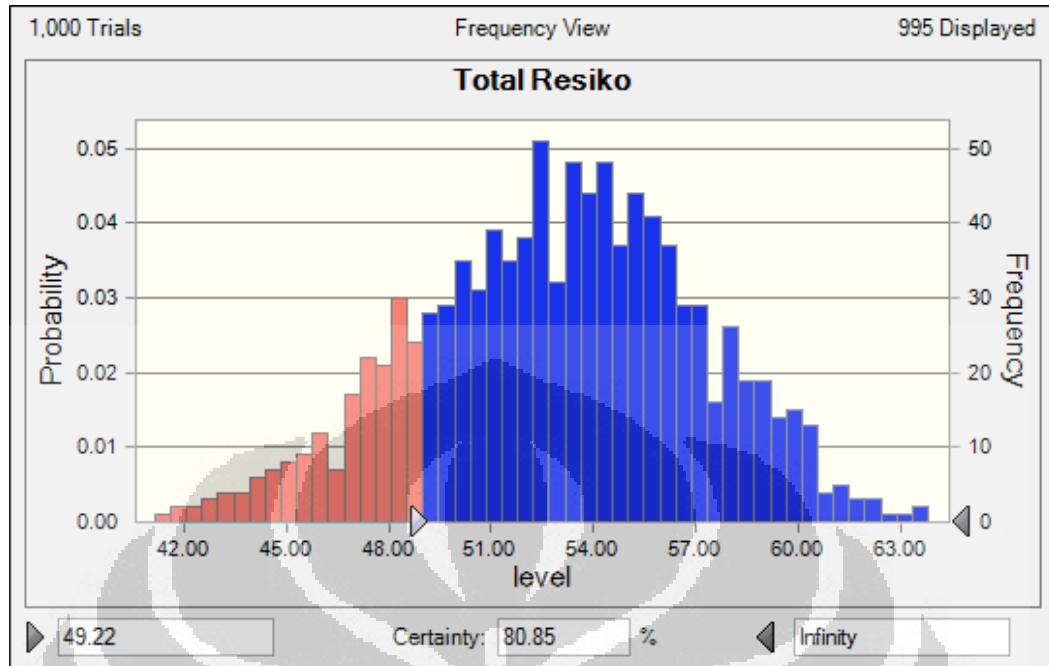
1. Kelebihan airan menuju pendingin
2. Potensi kerusakan pada reservoar dan kemungkinan memperpendek umur peralatan
3. Tekanan tinggi paad aliran *downstream*
4. Potensi kelebihan beban pada pendingin
5. Potensi erosi pada sistem perpipaan

Dari lima konsekuensi yang dianalisa ditetapkan kemungkinan frekuensi terjadinya. Konsekuensi mana yang paling mungkin terjadi. Pada seksi ini ditetapkan frekuensi seperti yang ditampilkan pada tabel 4.5 :

**Tabel 4.5** Frekuensi terjadinya Bahaya Pada Node PG01.01, PG05.04 dan PG.08.04

Node	No	Konsekuensi	Skala Resiko Max.	Skala resiko Min.	Frekuensi
PG.01.01	1	Kelebihan airan menuju Pendingin	4	3	1
	2	Potensi kerusakan pada reservoar dan kemungkinan memperpendek umur peralatan	4	2	2
	3	Tekanan tinggi paad aliran downstream	4	2	2
	4	Potensi kelebihan beban pada Pendingin PG-10-E-01	4	2	2
	5	Potensi erosi pada sistem perpipaan	4	1	3
PG.05.04	6	Kelebhan Tekanan Pada PG-40-T-01	4	1	3
PG.08.04	7	Kelebihan Tekanan Pada Sistem <i>Fuel Gas Pre-Heater</i>	4	1	3

Tingkat frekuensi disesuaikan dengan level resiko, resiko dengan level tinggi tingkat frekuensi lebih kecil karena jarang terjadi. Atau disesuaikan dengan penyebab terjadinya bahaya tersebut. Setelah dilakukan analisa dan perhitungan dengan menggunakan crystal ball didapatkan hasil pada gambar 4.4 berikut ini :

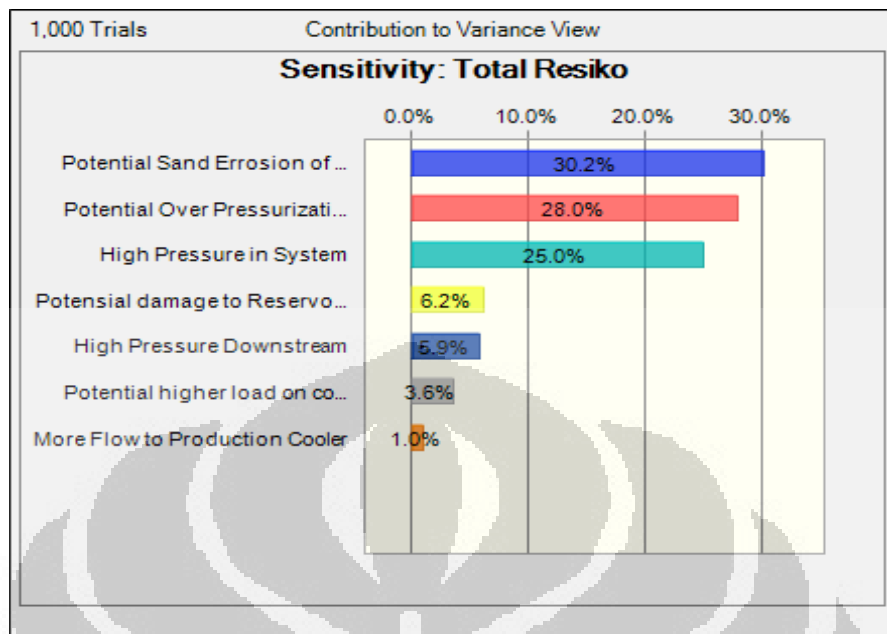


**Gambar 4.4** Probabilitas Total Resiko dengan Tingkat keyakinan 80,85 %

Total resiko hasil simulasi adalah 49 dengan skala level resiko 4 berarti tingkat frekuensi terjadinya bahaya adalah sekitar 16 kali. Simulasi ini dilakukan pada analisa resiko pada tahap desain awal sebelum dilakukannya studi HAZOP pada beberapa unit sistem operasi di *sistem pengolahan gas* di Pulau Gading.

Simulasi analisa resiko ini dilakukan dengan menggunakan metode triangular yang melibatkan input pada rentang nilai tertentu. Karena penetapan level resiko secara kualitatif tidak ada didasarkan pada nilai satu angka melainkan melihat berbagai kemungkinan yang akan muncul.

Dari analisa yang dilakukan terhadap tiga node tersebut kemudian dianalisis sensitifitasnya untuk mengetahui faktor kenosekuaensi apa saja yang paling sensitif dan mempengaruhi terjadinya resiko sehingga pada tahap desain awal ini resiko masih pada level yang tinggi. Hasil analisa menunjukkan bahwa pada node PG.08.04 dengan konsekuensi terjadinya kenaikan temperatur sistem pada seksi Sistem *Fuel Gas Pre Heater* memiliki nilai sensitifitas yang tinggi yaitu sebesar 30,2 %. Konsekuensi yang melibatkan tekanan kemudian menjadi 3 faktor teratas yang paling sensitif mempengaruhi tingkat resiko yang tinggi pada node yang dianalisa. Hasil analisa sensitifitas dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut ini :



**Gambar 4.5** Nilai Sensitifitas Total Resiko

#### 4.2.4 Rencana Kerja *Value Engineering*

Rencana kerja *value engineering* dilakukan pada laporan studi HAZOP pengolahan gas di Pulau Gading dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut ini :

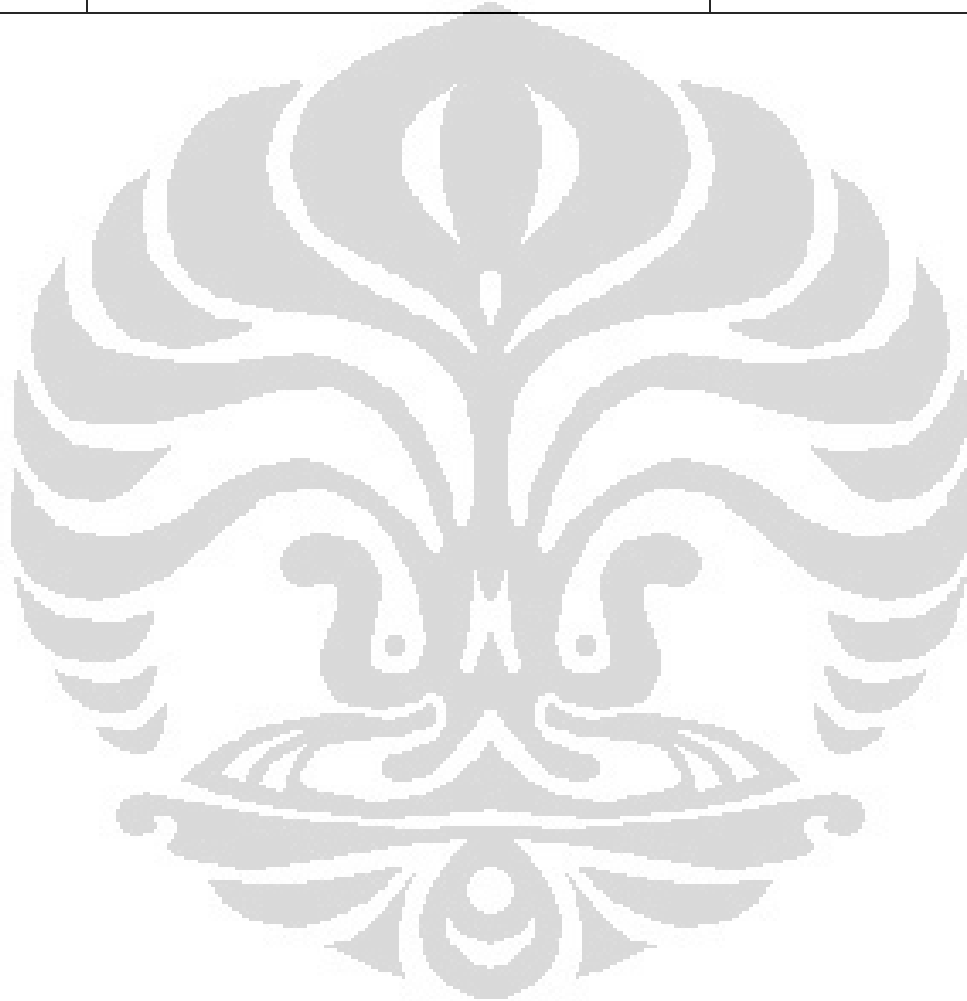
**Tabel 4.6** Rencana Kerja *Value Engineering*

NO.	Rencana Kerja <i>Value Engineering</i>	Kegiatan
1	Tahap Informasi	Mengumpulkan Informasi dan data mengenai proyek pengolahan gas di Pulau Gading, seperti : Laporan HAZOP Gambar P&ID sistem proyek Data estimasi biaya awal proyek Daftar biaya yang diakibatkan oleh studi HAZOP



NO	Rencana Kerja <i>Value Engineering</i>	Kegiatan
2	Tahap Analisis Fungsi	<p>Memilih sistem dengan level resiko pling tinggi pada laporan HAZOP untuk dikaji</p> <p>Melakukan analisa sensitifitas pada sistem dengan level resiko paling tinggi untuk mengetahui sebab paling sensitif sehingga nilai resiko tinggi pada tahap awal desain proyek.</p> <p>Melakukan analisa biaya yang disebabkan oleh HAZOP</p>
3	Tahap Kreatif	<p>Tahap kreatif mulai menginovasi fungsi-fungsi yang menyebabkan nilai resiko berada pada tahap awal desain proyek, contoh :</p> <p>Pada sistem <i>wellhead</i> ke produksi pendingin dilakukan beberapa pengurangan valve untuk mencegah kelebihan aliran dan beban pada produksi pendingin</p> <p>Penambahan stainer dan sistem perpipaan untuk mngurangi kelebihan tekanan</p> <p>Tindakan yang dilakukan untuk menginovasi fungsi agar nilai resiko turun adalah termasuk tahap kreatif <i>value engineering</i></p>

NO	Rencana Kerja <i>Value Engineering</i>	Kegiatan
4	Tahap Penilaian	Pada tahap ini dilakukan penilaian terhadap fungsi-fungsi yang diinovasi
5	Tahap Pengembangan dan rekomendasi	Aplikasi <i>action item</i> yang sudah dipilih dan dianalisa untuk diaplikasikan agar nilai level resiko turun



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan studi pada laporan HAZOP proyek pengolahan gas di pulau Gading dapat disimpulkan beberapa hal berikut ini :

- Analisa Sensitifitas efektif membantu dalam menentukan faktor apa yang paling sensitif yang menghasilkan nilai level resiko yang tinggi pada tahap awal desain proyek
- Analisa sensitifitas pada sistem *wellhead* ke produksi pendingin, *mercury & water removal* dan suplai *fuel gas* menunjukkan konsekuensi yang paling berpengaruh menentukan nilai resiko menjadi pada level yang tinggi adalah kelebihan aliran dan beban pada produksi pendingin
- Kegiatan-kegiatan pada studi HAZOP termasuk contoh rencana kerja *value engineering*
- *Value Engineering* berperan pada inovasi fungsi yang berhubungan dengan biaya proyek

#### 5.2 Saran

Dikarenakan adanya keterbatasan penelitian baik dari segi waktu maupun perolehan data, maka pada penelitian ini hanya difokuskan pada analisa sensitifitas beberapa node HAZOP dan analisa kegiatan yang berkaitan dengan *value engineering* pada node HAZOP pada level tinggi. Dengan anggapan atau asumsi demikian, tidak menutup kemungkinan bahwa penelitian-penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan melibatkan node-node lain pada laporan HAZOP dengan batas-bats manajemen proyek yang lain seperti waktu dan performa proyek.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Ali Berawi, Mohammed, et al. 2007. *The Integration of Value and Risk Management in Infrastructure Project : Learning From Others*. International Journal of Quality Surveying International Conference. Kuala Lumpur, Malaysia.
2. Asgharizadeh, Ezzatollah dan Haghnegahdar, Lida. 2008. *The Risk and Value Engineering Structure and Their Integration with Industrial Project Management (A Case of Study on I.K. Corporation)*. International Journal of World Academy of Science. Iran
3. Dewanto, Phandu. 2011. *Analisis estimasi Biaya Pembangunan Proyek EPC Pengolahan Gas di Pulau Gading terkait dengan Studi HAZOP*. Tesis departemen Teknik kimia Fakultas Teknik. Universitas Indonesia. Depok, hal 71
4. Hasyim, Ibnu. 2011. *Maanjemen Proyek*. Universitas Gunadarma
5. Narbuko et al. 2005. *Metodologi Penelitian*.
6. Rahayu Lestari, Endah. 2009. *Reakayasa Nilai*. Universitas Brawijaya
7. Rochmanhadi. 1992. *Teknik Penilaian Desain (Value Engineering)*. Semarang, hal 315
8. Rochmanhadi. 1992. *Teknik Penilaian Desain (Value Engineering)*. Semarang, hal 15
9. S. Tambunan, Harry. 2002. *Pengaruh Penerapan Metode Value Engineering (VE) Oleh Pihak Kontraktor Terhadap Kinerja Biaya Proyek Konstruksi Bangunan Industri di Wilayah Jobodetabek*. Departemen Teknik Sipil fakultas Teknik. Universitas Indonesia.
10. Saptono, Adi. 2007. *Analisis Penentuan Bangunan Atas Jembatan dengan Metode Reakayasa Nilai*. Tesis. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta
11. Zimmerman, Larry. W, PE, Hard Glen, D. 1988. *Value Engineering A Practical Approach For Owner, Designer and Contractors*. New Delhi, India : CBS Publisher & Distributor

# Drawing After Hazop

## PG WELLPAD - 2

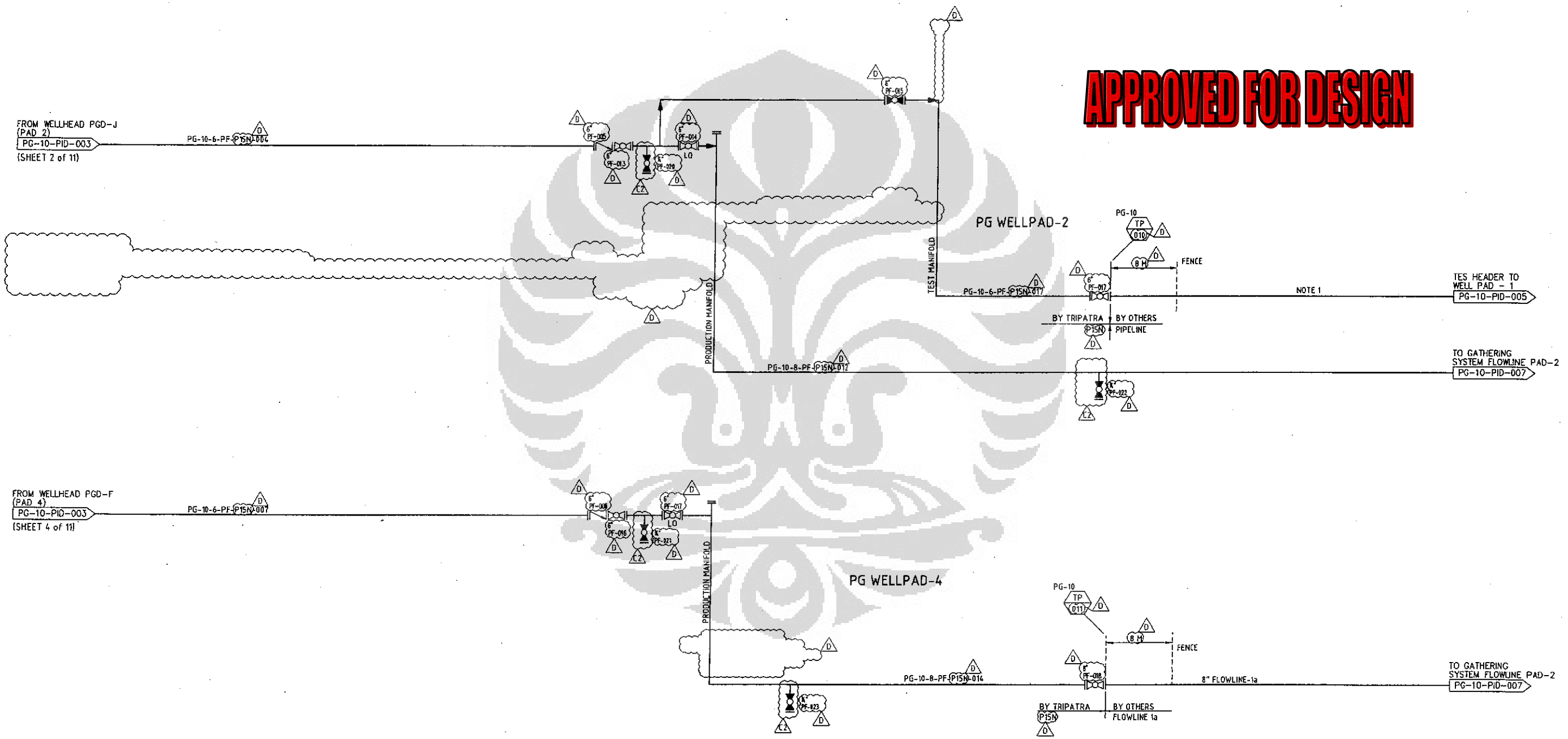
WELLHEAD PGD-J  
PRESSURE (DES/OP) : 2585/1200 psig  
TEMPERATURE (DES/OP) : 300/233\* F

## PG WELLPAD - 4

WELLHEAD PGD-F  
PRESSURE (DES/OP) : 2585/1226 psig  
TEMPERATURE (DES/OP) : 300/238\* F

# PG - 10 - PID - 004

# APPROVED FOR DESIGN



FROM WELLHEAD PGD-J (PAD 2)  
PG-10-PID-003  
(SHEET 2 of 11)

FROM WELLHEAD PGD-F (PAD 4)  
PG-10-PID-003  
(SHEET 4 of 11)

NOTE 1  
TES HEADER TO WELL PAD - 1  
PG-10-PID-005

TO GATHERING SYSTEM FLOWLINE PAD-2  
PG-10-PID-007

TO GATHERING SYSTEM FLOWLINE PAD-2  
PG-10-PID-007

HOLD: 1 VALVE TAG

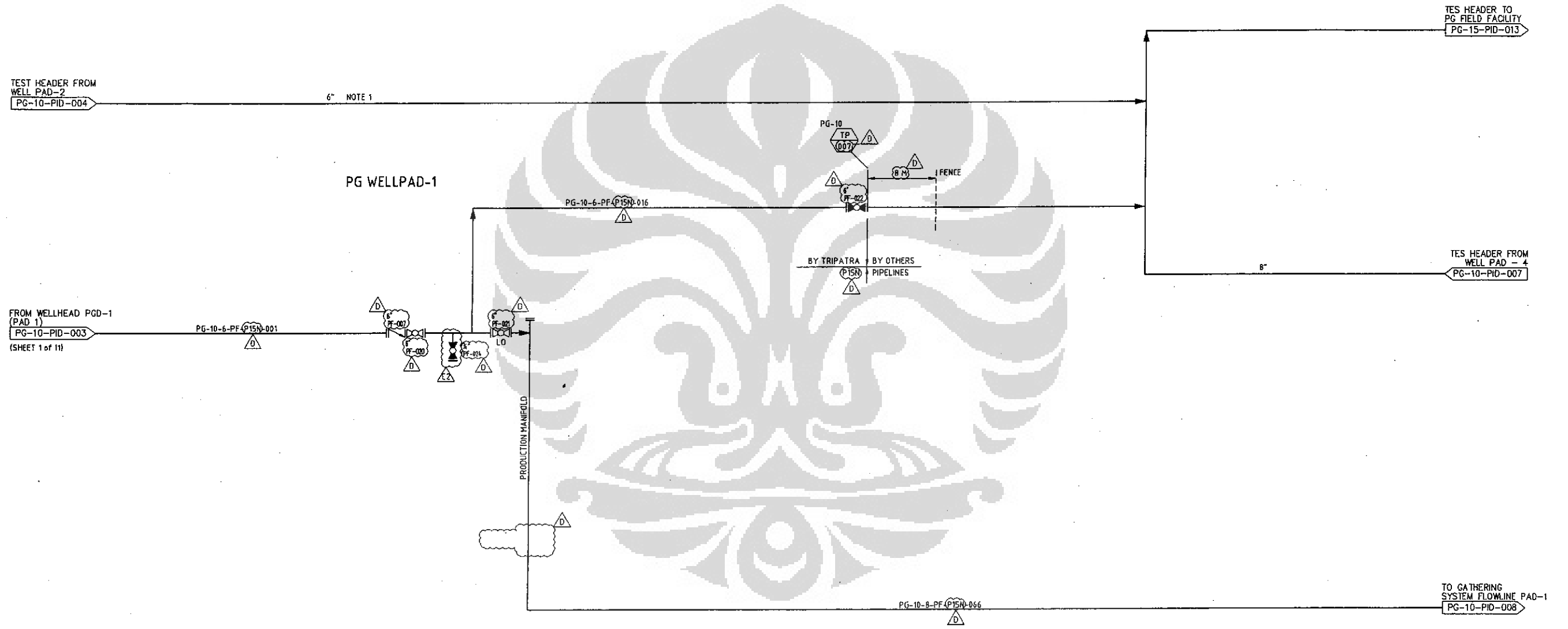
Drawing After Hazop

PG WELLPAD-1  
WELLHEAD PGD-1

PRESSURE (DES/OPI) : 2585/1185 psig  
TEMPERATURE (DES/OP) : 300/222 °F

**APPROVED FOR DESIGN**

PG - 10 - PID - 005



HOLD :  
1. VALVE TAG

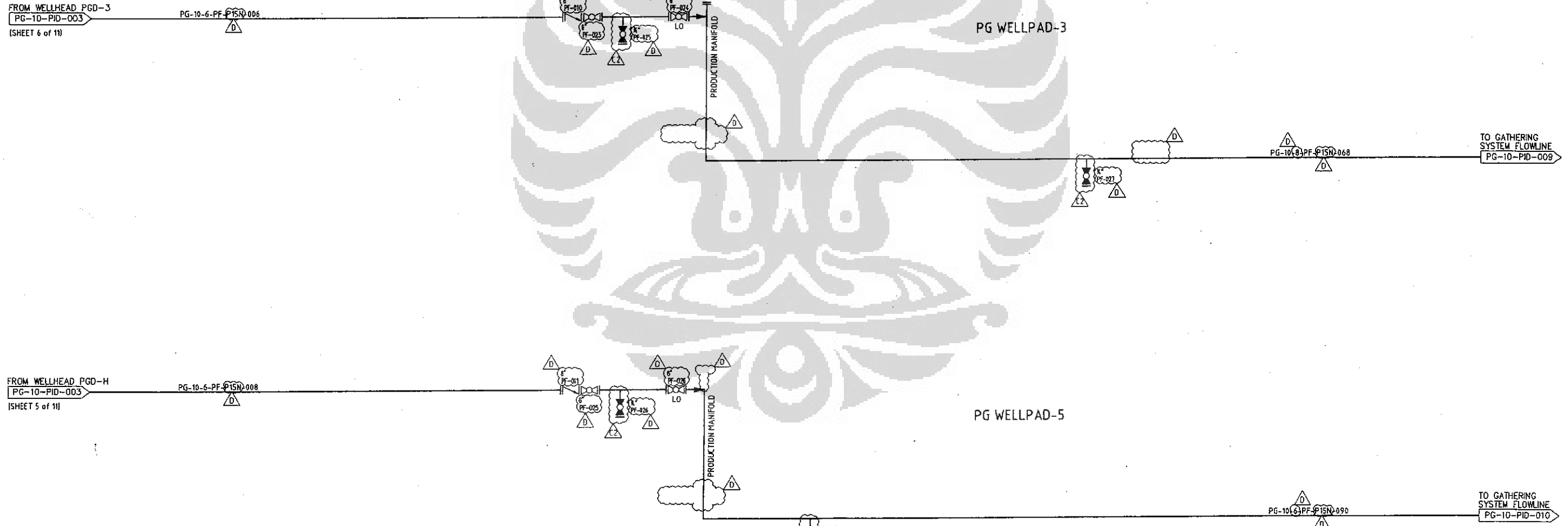
Drawing After Hazop

PG WELLPAD-3  
WELLHEAD PGD-3  
PRESSURE (DES/OP) : 2585/1223 psig  
TEMPERATURE (DES/OP) : 300/232 °F

PG WELLPAD-5  
WELLHEAD PGD-H  
PRESSURE (DES/OP) : 2585/1265 psig  
TEMPERATURE (DES/OP) : 300/240 °F

PG - 10 - PID - 006

**APPROVED FOR DESIGN**



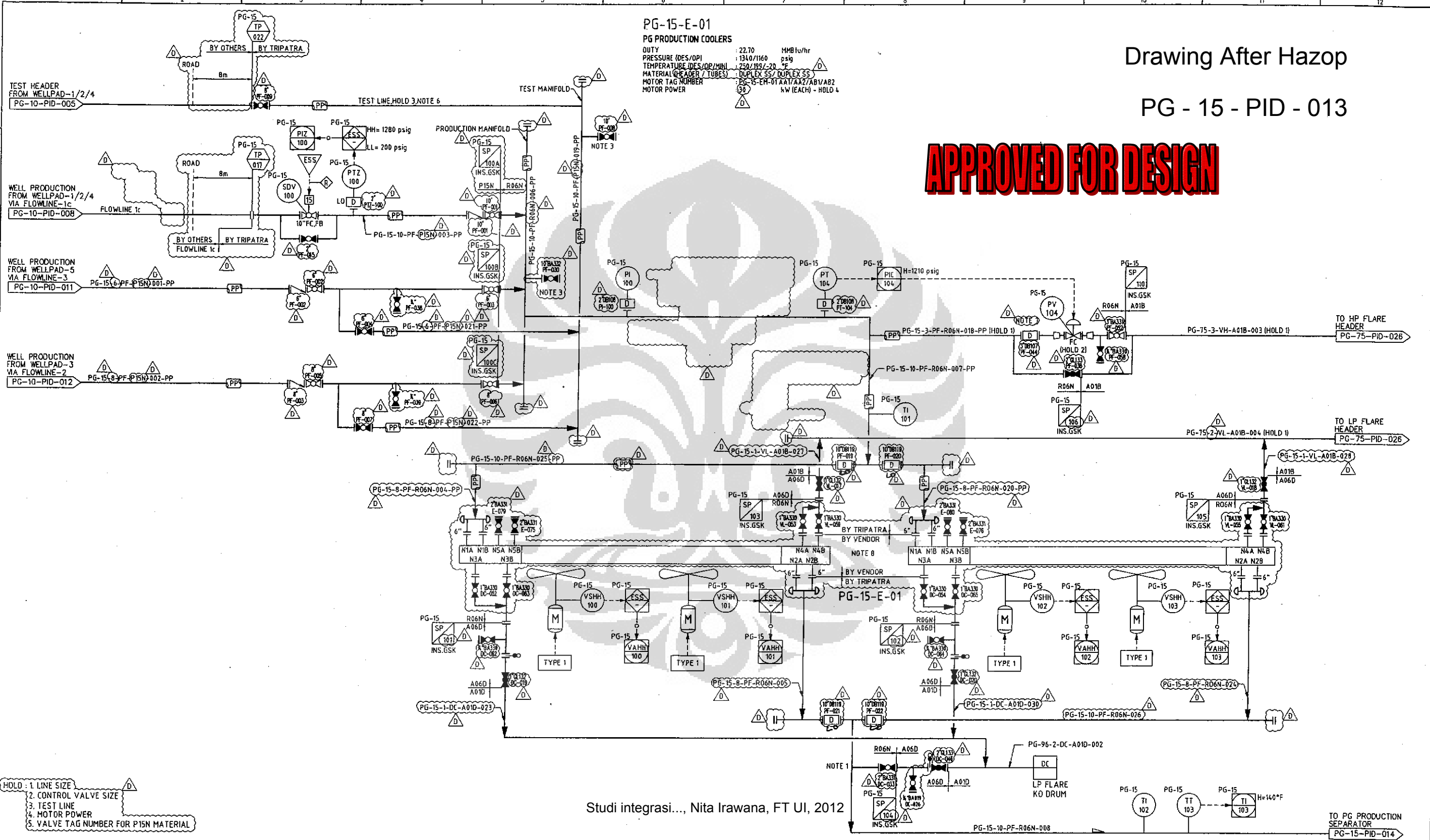
FROM WELLHEAD PGD-3  
PG-10-PID-003  
(SHEET 6 of 11)

FROM WELLHEAD PGD-H  
PG-10-PID-003  
(SHEET 5 of 11)

TO GATHERING SYSTEM FLOWLINE  
PG-10-PID-009

TO GATHERING SYSTEM FLOWLINE  
PG-10-PID-010

HOLD :  
1 VALVE TAG



**PG-15-E-01**  
**PG PRODUCTION COOLERS**  
 DUTY : 22.70 MMBtu/hr  
 PRESSURE (DES/OP) : 1340/1160 psig  
 TEMPERATURE (DES/OP) : 250/197-20 °F  
 MATERIAL (HEADER / TUBES) : DUPLEX SS / DUPLEX SS  
 MOTOR TAG NUMBER : PG-15-EH-01 AA1/AA2/AB1/AB2  
 MOTOR POWER : 30 kW (EACH) - HOLD 4

Drawing After Hazop  
 PG - 15 - PID - 013

**APPROVED FOR DESIGN**

TEST HEADER FROM WELLPAD-1/2/4  
 PG-10-PID-005

WELL PRODUCTION FROM WELLPAD-1/2/4 VIA FLOWLINE-1c  
 PG-10-PID-008

WELL PRODUCTION FROM WELLPAD-3 VIA FLOWLINE-3  
 PG-10-PID-011

WELL PRODUCTION FROM WELLPAD-5 VIA FLOWLINE-2  
 PG-10-PID-012

HOLD : 1. LINE SIZE  
 2. CONTROL VALVE SIZE  
 3. TEST LINE  
 4. MOTOR POWER  
 5. VALVE TAG NUMBER FOR P15N MATERIAL

Studi integrasi..., Nita Irawana, FT UI, 2012

TO PG PRODUCTION SEPARATOR  
 PG-15-PID-014



# APPROVED FOR DESIGN

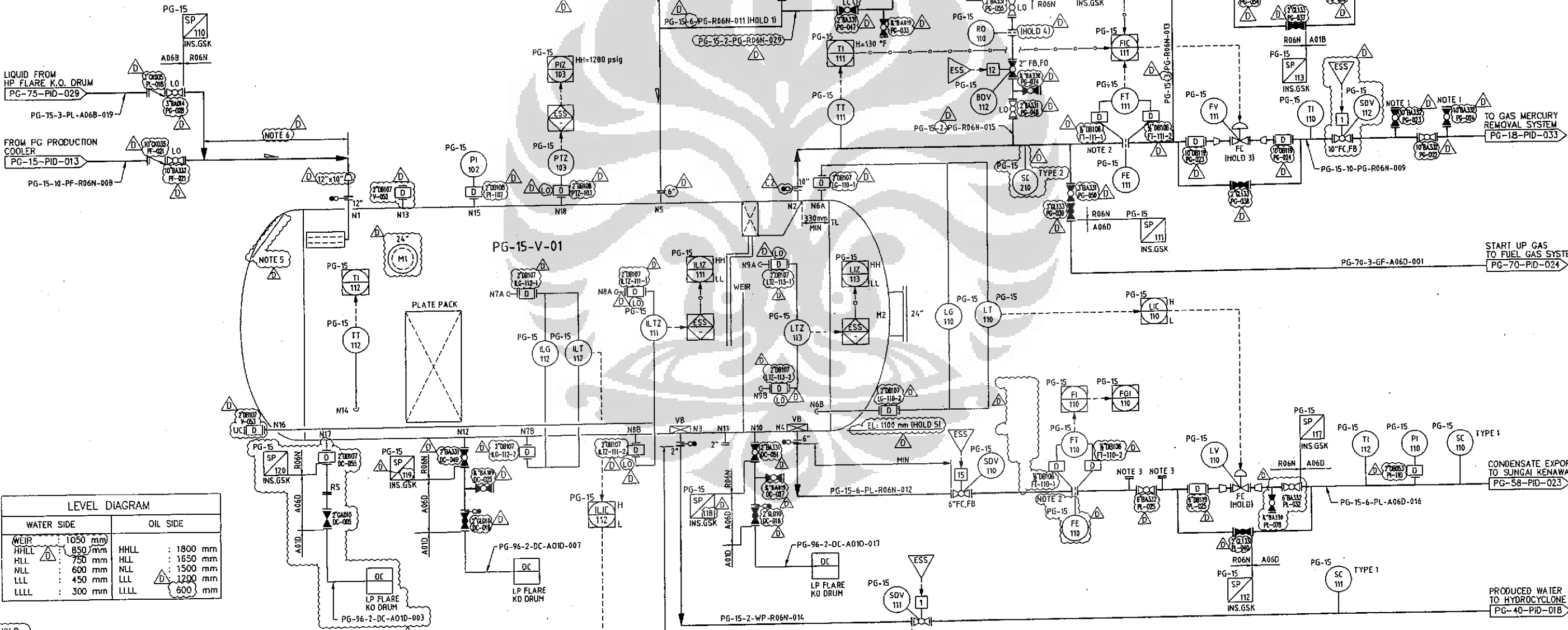
PG-15-V-01

PG PRODUCTION SEPARATOR

SIZE : 2350 mm (ID) x 5000 mm (T/7)  
 PRESSURE (DES/OP) : 13.4/11.50 psig  
 TEMPERATURE (DES/OP/MIN) : 200/110/-20 °F  
 MATERIAL : CARBON STEEL + SS 316L CLAD

Drawing after Hazop

PG - 15 - PID - 014



LEVEL DIAGRAM	
WATER SIDE	OIL SIDE
WEIR : 1050 mm	HHLL : 1800 mm
HHLL : 850 mm	HLL : 1650 mm
NLL : 750 mm	NLL : 1500 mm
LLL : 600 mm	LLL : 1200 mm
LLLL : 450 mm	LLLL : 600 mm

- (HOLD :  
 1. LINE SIZE  
 2. PSV SIZE  
 3. CONTROL VALVE SIZE  
 4. RO SIZE

Studi integrasi: Nita Irawana, FT UI, 2012

PRODUCED WATER TO HYDROCYCLONE  
 PG-40-PID-018  
 TO PG-15-LV-112  
 DOWSTREAM  
 HYDROCYCLONE  
 PG-40-PID-018

Drawing after Hazop

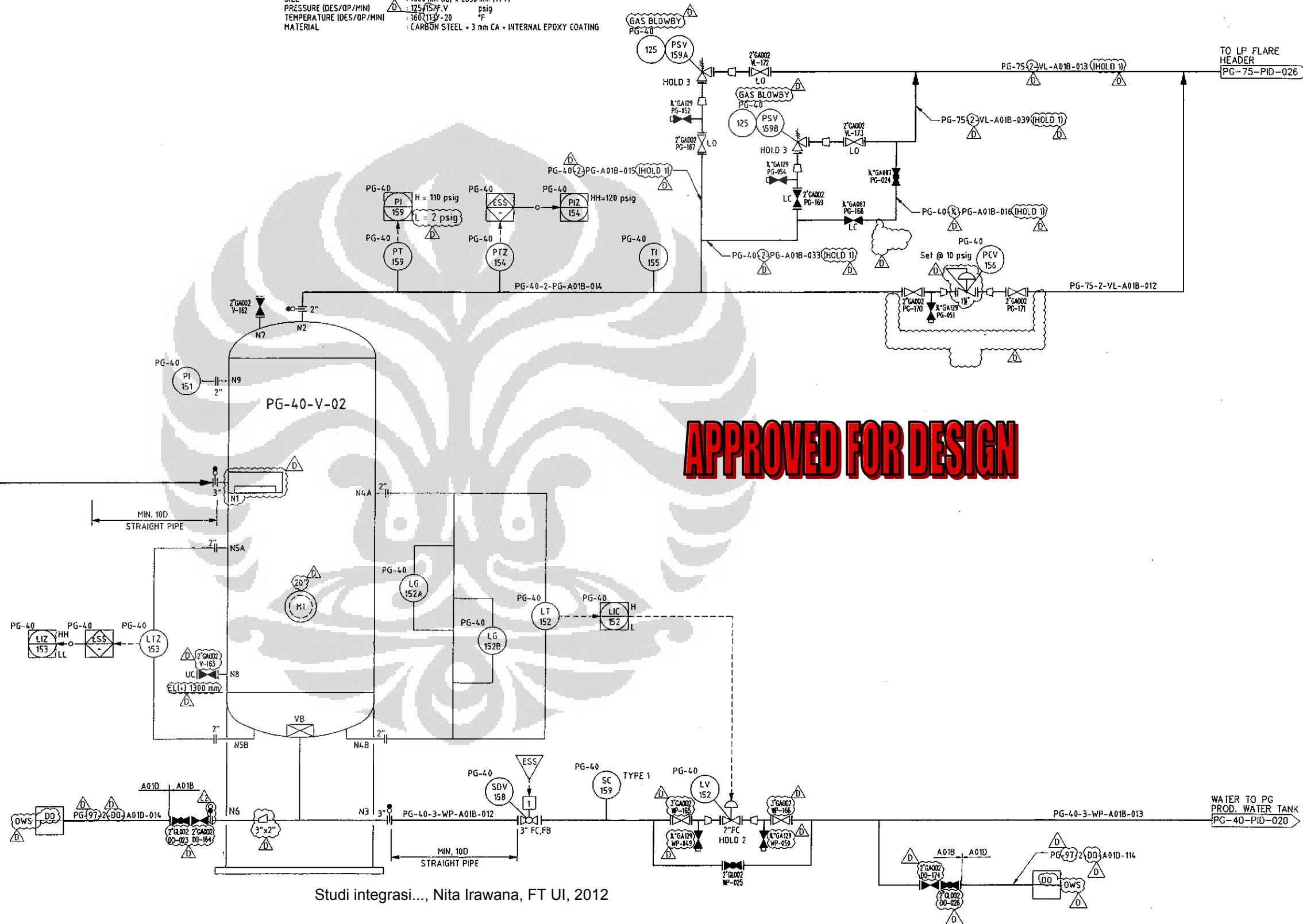
PG - 40 - PID - 019

PG-40-V-02

PG PRODUCED WATER DEGASSER

SIZE : 1000 mm (ID) x 2850 mm (T/T)  
 PRESSURE (DES/OP/MIN) : 125/15/0 psig  
 TEMPERATURE (DES/OP/MIN) : 160/113/-20 °F  
 MATERIAL : CARBON STEEL + 3 mm CA + INTERNAL EPOXY COATING

PRODUCED WATER FROM PG PRODUCED WATER HYDROCYCLONE PACKAGE  
 PG-40-PID-018  
 PG-40-3-WP-A01B-010



**APPROVED FOR DESIGN**

LEVEL DIAGRAM

HLL	: 1800 mm
FLL	: 1500 mm
NLL	: 1050 mm
LLL	: 600 mm
LLLL	: 150 mm

HOLDS:  
 1. LINE SIZE & VALVE SIZE  
 2. CONTROL VALVE SIZE  
 3. PSV SIZE

Studi integrasi..., Nita Irawana, FT UI, 2012

WATER TO PG PROD. WATER TANK  
 PG-40-PID-020

# Drawing After Hazop

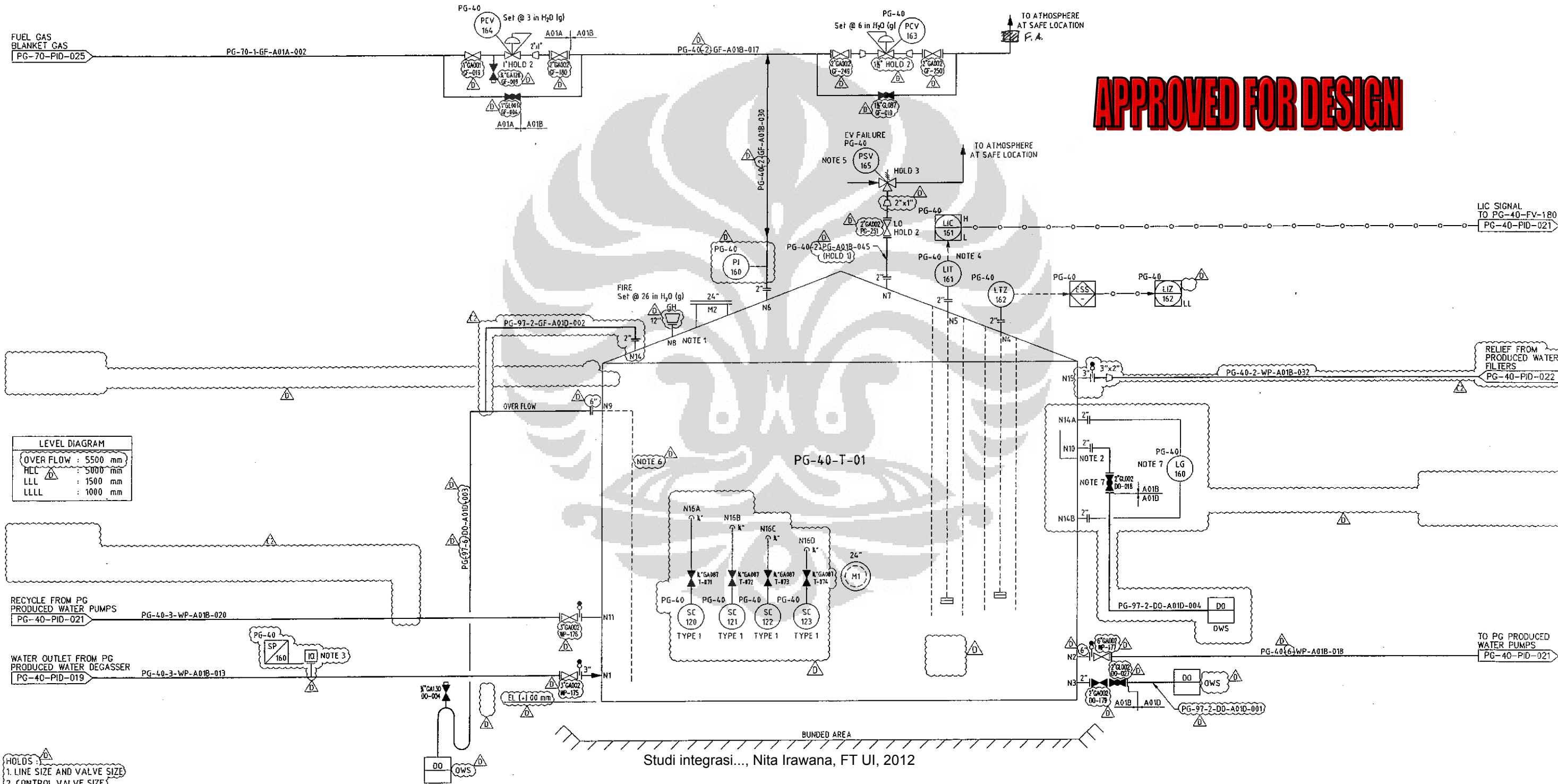
PG-40-T-01

PRODUCED WATER TANK

CAPACITY : (100 BBL)  
 SIZE : 8200 mm (ID) x 6000 mm (H)  
 PRESSURE (DES/OP/MI) : 16/3/VACUUM-0.8 in H<sub>2</sub>O  
 TEMPERATURE (DES/OP/MI) : 160/113/32 °F  
 MATERIAL : CARBON STEEL + 3 mm CA + INTERNAL EPOXY COATING

PG - 40 - PID - 020

**APPROVED FOR DESIGN**



LEVEL DIAGRAM

OVER FLOW	: 5500 mm
HLL	: 5000 mm
LLL	: 1500 mm
LLLL	: 1000 mm

- HOLDS :
1. LINE SIZE AND VALVE SIZE
  2. CONTROL VALVE SIZE
  3. PSV SIZE

PG-70-E-01A/B

FUEL GAS PREHEATER

PROCESS DUTY  
PRESSURE (DES/OP)  
TEMPERATURE (DES/IN/OUT/MIN)

28  
134.0/115  
250/110/195.5  
-20 °F

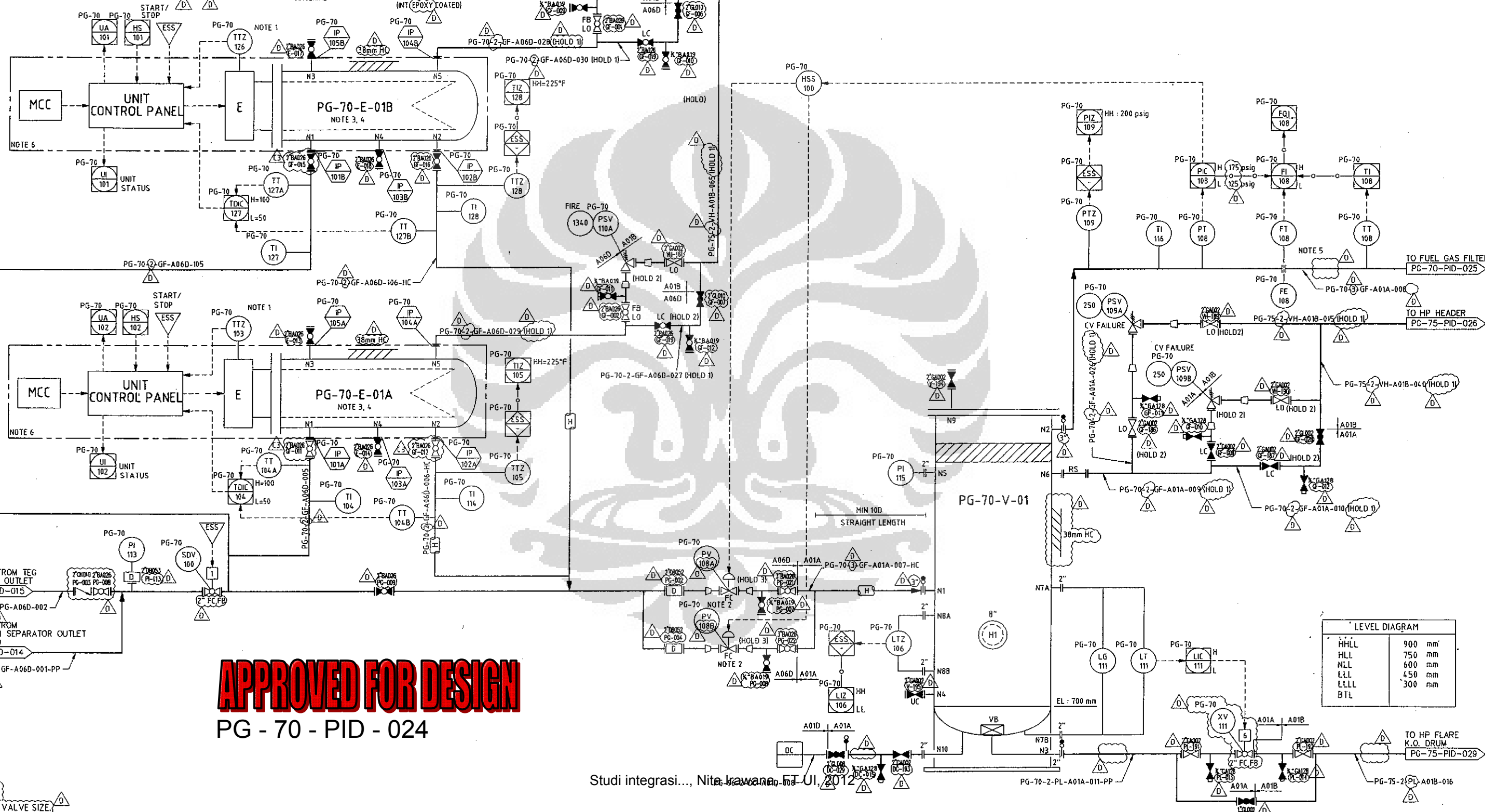
kw  
psig

PG-70-V-01

FUEL GAS SCRUBBER

SIZE  
PRESSURE (DES/OP)  
TEMPERATURE (DES/OP/MIN)  
MATERIAL

: 660 (mm ID) x 2900 mm (T/T)  
: 250/150  
: 250/140.5  
: CARBON STEEL + 3mm CA  
(INT EPOXY COATED)



**APPROVED FOR DESIGN**

PG - 70 - PID - 024

Studi integrasi..., Nite Irawana, FT UI, 2012

LEVEL DIAGRAM

HLL	900 mm
HLL	750 mm
NLL	600 mm
LLL	450 mm
LLLL	300 mm
BTL	

(HOLDS)  
1. LINE SIZE  
2. PSV SIZE  
3. CONTROL VALVE SIZE



PG-70-F-01 A/B

FUEL GAS FILTER (NOTE 4)

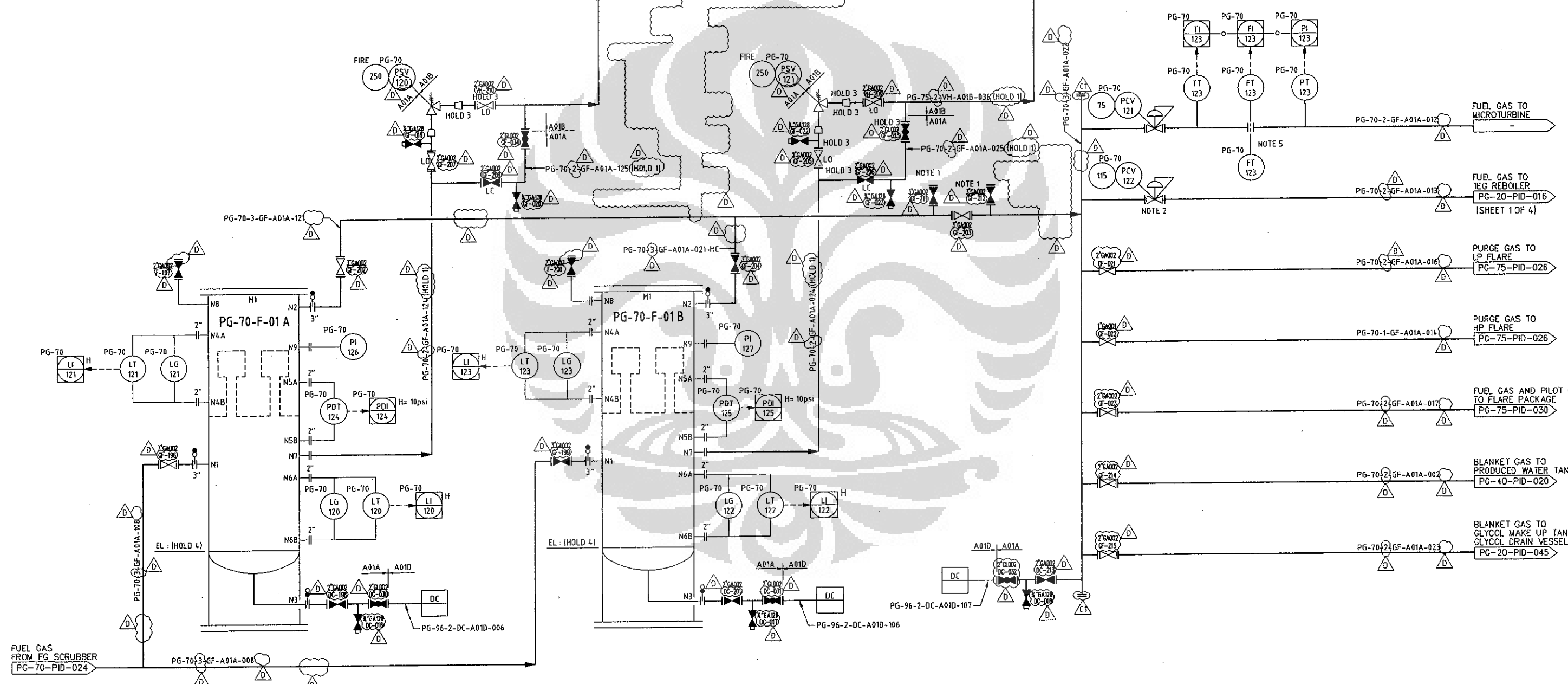
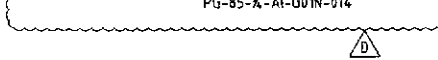
SIZE : NOTE 3  
PRESSURE (DES/OP) : 250/150 psig  
TEMPERATURE (DES/OP/MIN) : 250/139.8/-20 °F  
MICRON SIZE : 10  
MATERIAL : CARBON STEEL + 3mm CA  
(INT. EPOXY COATED)

Drawing After Hazop

PG - 70 - PID - 025

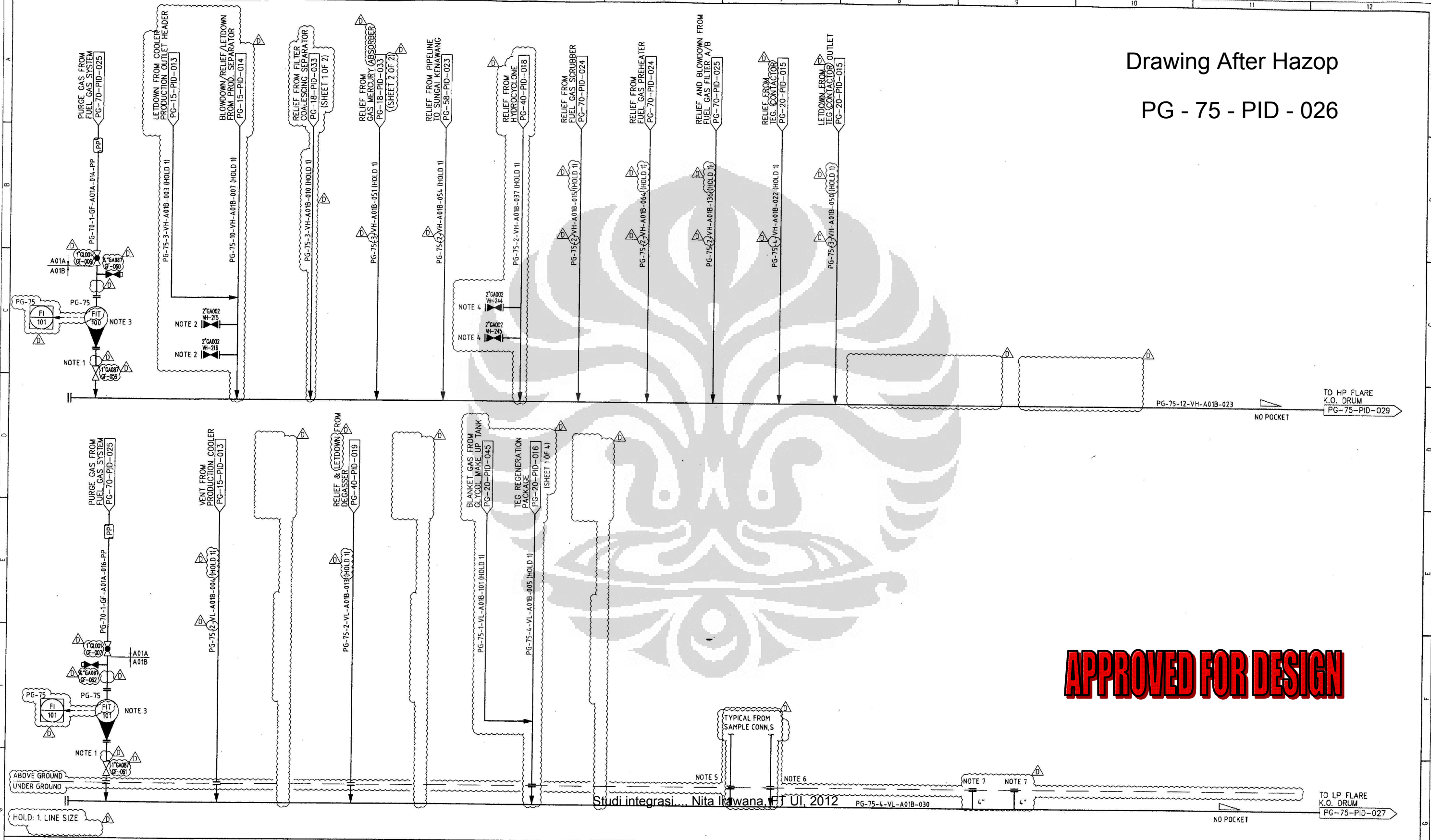
**APPROVED FOR DESIGN**

FROM INSTRUMENT AIR HEADER  
PG-85-PID-032  
PG-85-X-AI-G01N-014



- HOLDS
- 1. LINE SIZE
- 2. FUEL GAS FILTER SIZE
- 3. PSV SIZE
- 4. ELEVATION FILTER

Drawing After Hazop  
 PG - 75 - PID - 026



**APPROVED FOR DESIGN**

# Drawing After Hazop

## PG - 75 - PID - 027

### PG-75-V-01

PG LP FLARE K.O. DRUM

SIZE : 2000 mm (ID) x 4800 mm (T/T)  
 PRESSURE (DES/OP/MIN) : 60 / 2 / FV psig  
 TEMPERATURE (DES/MIN) : 200/-20 °F  
 MATERIAL : CARBON STEEL + 3mm CA + EPOXY INTERNAL COATING

### PG-75-P-01 A/B (NOTE 4)

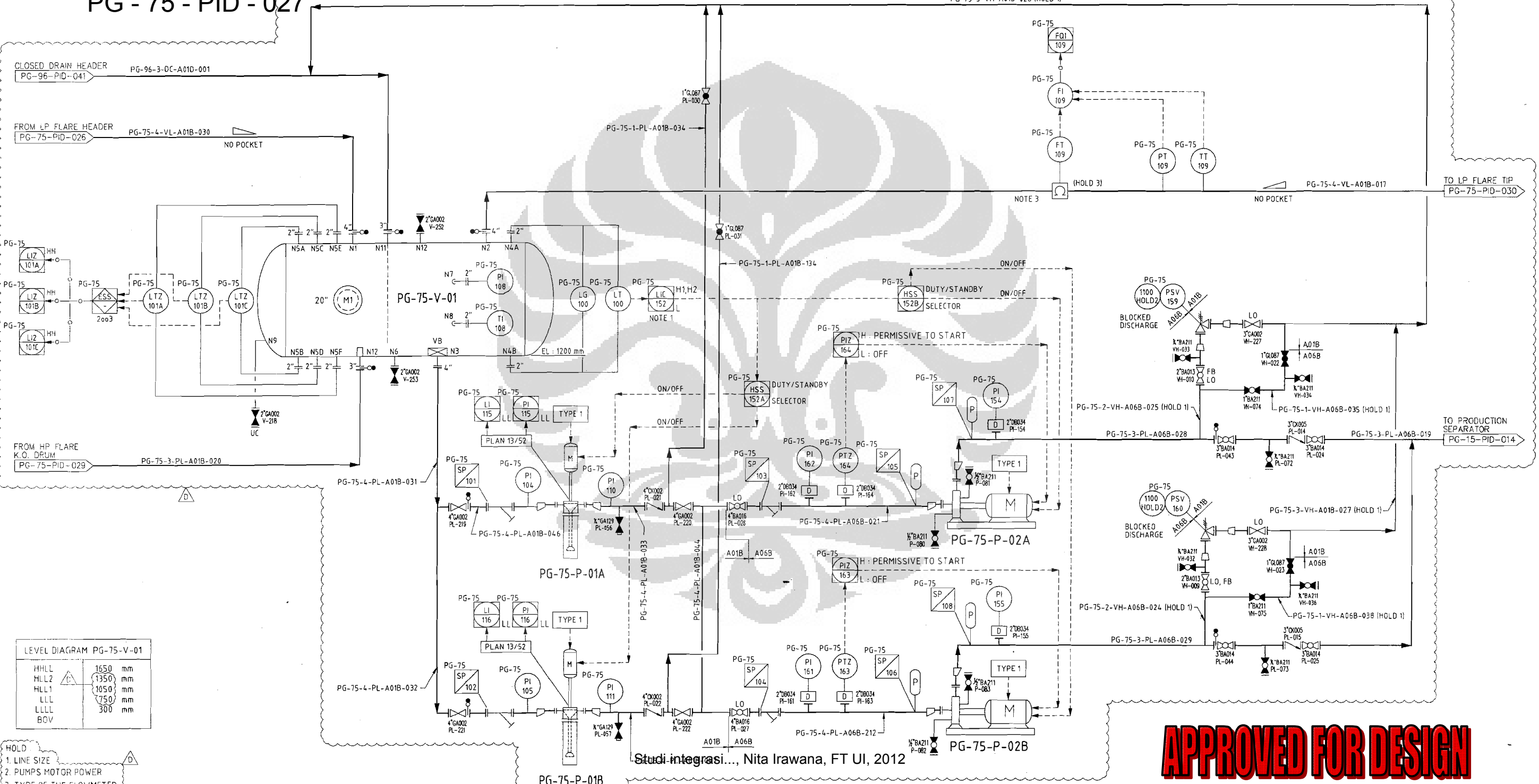
PG LP FLARE K.O. DRUM PUMPS (2 x 100%)

RATED CAPACITY : 2 x 60 USgpm  
 DIFF. PRESSURE : 16.67 psi  
 HYDRAULIC POWER : 2 X 0.6 HP  
 MOTOR TAG NO. : PG-75-PM-01 A/B  
 MOTOR POWER : 2 X 11 kW - HOLD 2

### PG-75-P-02 A/B

PG LP FLARE K.O. DRUM BOOSTER PUMPS (2 x 100%)

RATED CAPACITY : 2 x 45 USgpm  
 DIFF. PRESSURE : 1.133 psi  
 HYDRAULIC POWER : 2 X 29.7 HP  
 MOTOR TAG NO. : PG-75-PM-02 A/B  
 MOTOR POWER : 2 x 37 kW - HOLD 2



LEVEL DIAGRAM PG-75-V-01

HHL	1650 mm
HLL2	1350 mm
HLL1	1050 mm
LLL	750 mm
LLLL	300 mm
BCV	

- HOLD
1. LINE SIZE
  2. PUMPS MOTOR POWER
  3. TYPE OF THE FLOWMETER

Studi integrasi..., Nita Irawana, FT UI, 2012

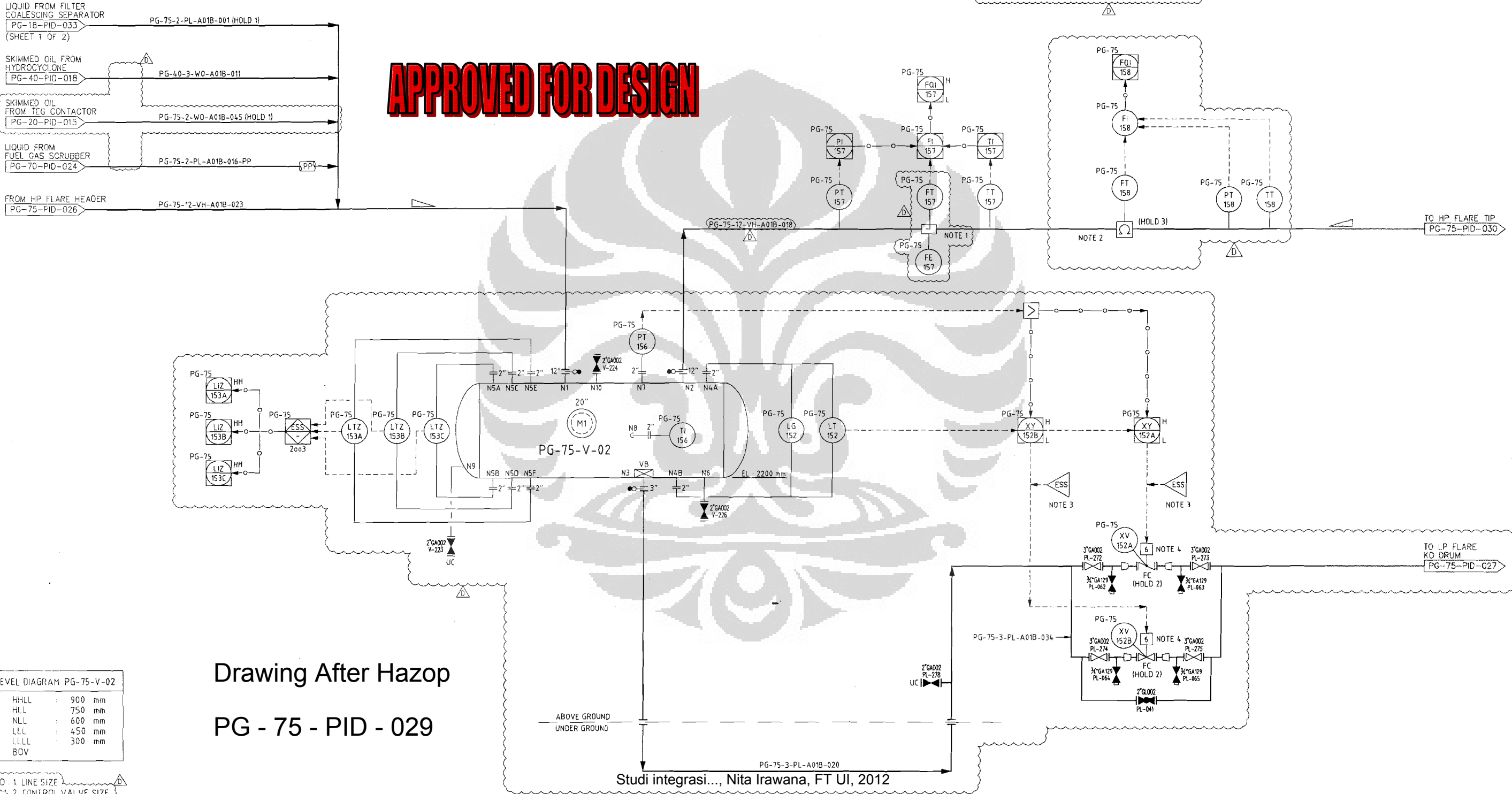
**APPROVED FOR DESIGN**

PG-75-V-02

PG HP FLARE K.O. DRUM

SIZE : 2100 mm (D) x 6300 mm (T/T)  
 PRESSURE (DES/OP/MIN) : 125 / 4-50 91/F V psig  
 TEMPERATURE (DES/MIN) : 200/-20 °F  
 MATERIAL : CARBON STEEL + 3mm CA + EPOXY INTERNAL COATING

**APPROVED FOR DESIGN**



LEVEL DIAGRAM PG-75-V-02

HHLL	900 mm
HLL	750 mm
NLL	600 mm
LLL	450 mm
LLLL	300 mm
BOV	

HOLD : 1. LINE SIZE  
 2. CONTROL VALVE SIZE  
 3. TYPE OF THE FLOWMETER

Drawing After Hazop  
 PG - 75 - PID - 029



Drawing After Hazop

PG - 75 - PID - 030

PG-75-PK-01  
PG FLARE PACKAGE

PG-75-S-02  
PG HP FLARE TIP

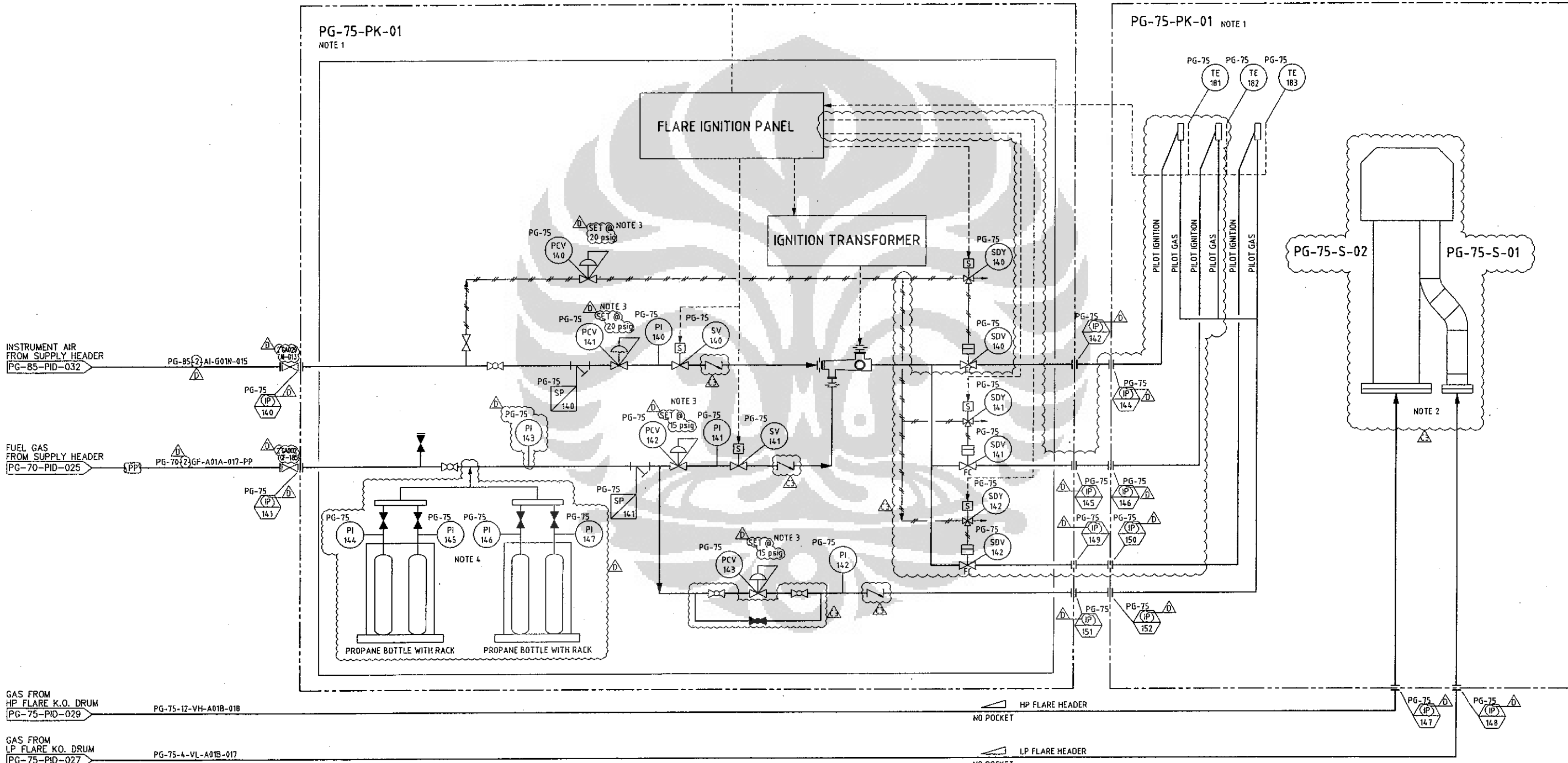
PG-75-S-01  
PG LP FLARE TIP

**APPROVED FOR DESIGN**

PG-75  
UA  
180  
COMMON  
ALARM

85 MMsctd  
12 inch  
5600 mm

05 MMsctd  
4 inch  
5600 mm



No.	Node Number	P&ID Number	Section Description	Parameter	Guideword	Cause	Consequence	Safeguards	Action Item	Level Risk		Other
										Before Hazop	After Hazop	
1	PG01.01	(Covers P&ID Sheets 1-11) PG-10-PID-003 (Sheet 1-11), PG-10-PID-004, PG-10-PID-005, PG-10-PID-006, PG-10-PID-008, PG-10-PID-011, PG-10-PID-012, PG-15-PID-013	Wellhead Configuration, Well configuration Pad, Future receiver flowline, Production Cooler	Flow	More	1. PG-10-PV-104 more open.	1.1. More flow to production cooler. 1.2. Potential damage to reservoir and shorten life of field. 1.3. High pressure downstream. 1.4. Potential higher load on cooler PG-10-E-01. 1.5. Potential sand erosion of piping.	1.1.1. PG-10-PA-104 High alarm on DCS, PG-10-PA-105 High trip shuts PG-10-SCSSV-101, PG-10-SSV-102 and PG-10-SDV-103. 1.1.2. Wellhead design pressure 2585psi. 1.1.3. Pipe rating API 5000 up to PG-10-PV-104, then ANSI 1500.	1.1.1.1. Consider removing PG-10-SCSSV101 trip action. PG-10-SCSSV 101 only to close on fire and ESD.	H	M	
2	PG01.12	(Covers P&ID Sheets 1-11) PG-10-PID-003 (Sheet 1-11), PG-10-PID-004, PG-10-PID-005, PG-10-PID-006, PG-10-PID-008, PG-10-PID-011, PG-10-PID-012, PG-15-PID-013	Wellhead Configuration, Well configuration Pad, Future receiver flowline, Production Cooler	Shutdown / Maintenance		1. Valve not necessary.	1.1.	1.1.1.	1.1.1.1. Remove 3/4" valve and dead legs on PG-10-PID-004, PG-10-PID-005 and PG-10-PID-006.	S	L	See Appendix.D for Detail
3	PG02.12	PG-15-PID-013	P&ID Production Cooler	Shutdown / Maintenance		1. No isolation between cells of PG-15-E-01.	1.1. Unable to clean whilst production continues.	1.1.1.	1.1.1.1. Consider isolation of a pair of coolers with double block and bleed on inlet and outlet.	M	L	See Appendix.D for Detail
4	PG02.14	PG-15-PID-013	P&ID Production Cooler	Composition		1. Potential use of PG for other fields.	1.1. Composition unknown.	1.1.1. ANSI 1500 CS	1.1.1.1. Consider Duplex SS.	S	M	See Appendix.D for Detail
5	PG03.08	PG-15-PID-014, PG-15-PID-023	P&ID Production Separator, Pipeline to Sungai Kenawang.		Low	2. PG-15-BDV-112 open.	2.1. Low temperature in HP flare header.	2.1.1.	2.1.1.1. Check low temperature caused by blowdown for all BDV's.	M	L	See Appendix.D for Detail
6	PG04.02	PG-40-PID-018 Rev C3.	P&ID Hydrocyclone		Less/No	3. Strainer PG-40-SP-100 blocks.	3.1. Potential blockage.	3.1.1. Change over.	3.1.1.1. Confirm (twin) strainers are provided.	H	M	
7	PG05.04	PG-40-PID-019, PG-40-PID-020	P&ID Degasser & P&ID Produced Water Tank.	Pressure	High	3. Failure of PG-40-PCV-164.	3.1. Potential over pressurization of PG-40-T-01	3.1.1. PG-40-PCV-163, PG-40-PSV-165	3.1.1.1. Consider local PI on top of tank.	H	M	
8	PG05.05	PG-40-PID-019, PG-40-PID-020	P&ID Degasser & P&ID Produced Water Tank.	Pressure	Low	1. PG-40-P-01A/B and PG-40-LV-152 closed.	1.1. Low pressure in the PG-40-T-01 tank	1.1.1. PG-40-PCV-164 opens with fuel gas. 1.1.2. PG-40-PSV-165	1.1.1.1. Confirm 0.83" water gauge setting.	M	L	See Appendix.D for Detail
9	PG05.09	PG-40-PID-019, PG-40-PID-020	P&ID Degasser & P&ID Produced Water Tank.	Level	High	2. PG-40-P-01A/B stops.	2.1. High level in PG-40-T-01.	2.1.1. PG-40-LIC-161 high alarm. 2.1.2. PG-40-T-01 overflows to secondary containment.	2.1.1.1. Confirm sizing of overflow.	H	S	See Appendix.D for Detail
10	PG05.14	PG-40-PID-019, PG-40-PID-020	P&ID Degasser & P&ID Produced Water Tank.	Composition		1. Oil present in PG-40-T-01 or other contamination.	1.1. Unable to re-inject water, tight limits on water quality.	1.1.1. Connection to SK. 1.1.2. Oil skimmer in PG-40-T-01.	1.1.1.1. Consider requirements for testing and recycling.	M	L	
11	PG08.04	PG-70-PID-024, PG-70-PID-025	Fuel gas Pre-heater	Pressure	High	2. PG-70-PV-108 and PG-70-PV-112 open.	2.1. High pressure in system.	2.1.1. PG-70-PIC-118 high alarm and PG-70-PSV-109 A/B	2.1.1.1. Confirm sizing of PG-70-PSV-109 A/B and HP flare for both valves open.	H	M	See Appendix.D for Detail
12	PG08.05	PG-70-PID-024, PG-70-PID-025	Fuel gas Pre-heater	Pressure	Low	1. PG-70-PV-108 or PG-70-PV-112 partially closed.	1.1. Reduced fired gas supply to one or more fired appliances.	1.1.1. Downstream PCVs may compensate. 1.1.2. Individual BMSs will provide shutdown safety.	1.1.1.1. Check PG-70-PIC-108 low alarm setting.	M	L	
13	PG08.08	PG-70-PID-024, PG-70-PID-025	Fuel gas Pre-heater	Temperature	Low	1. Heater by-pass open.	1.1. Exceed design temperature of PG 70-V-01, potential brittle failure.	1.1.1.	1.1.1.1. Confirm minimum temperature calculation and review PG-70-V-01 material.	M	L	See Appendix.D for Detail
14	PG09.12	PG-85-PID-031, PG-85-PID-032	Instrument air package, instrument air package.	Shutdown / Maintenance		1. Air receiver	1.1. Requirement to test PSV.	1.1.1.	1.1.1.1. Add second PSV on air receiver	M	L	
15	PG10.02	PG-75-PID-026, PG-75-PID-027, PG-75-PID-029, PG-75-PID-030, PG-96-PID-041	Relief and Blowdown system, LP and HP flare KO drums, Flare package, and Closed Drain system.		Less/No	2. Flame goes out	2.1. Cold flaring	2.1.1. Dispersion study to be done. 2.1.2. Local panel will automatically re-ignite.	2.1.1.1. Confirm auto ignition by local panel.	M	L	See Appendix.D for Detail
16	PG10.04	PG-75-PID-026, PG-75-PID-027, PG-75-PID-029, PG-75-PID-030, PG-96-PID-041	Relief and Blowdown system, LP and HP flare KO drums, Flare package, and Closed Drain system.	Pressure	High	1. Refer to high flow.	1.1.	1.1.1.	1.1.1.1. Confirm connection from mercury removal sample system to LP flare.	S	L	See Appendix.D for Detail
17	PG10.08	PG-75-PID-026, PG-75-PID-027, PG-75-PID-029, PG-75-PID-030, PG-96-PID-041	Relief and Blowdown system, LP and HP flare KO drums, Flare package, and Closed Drain system.	Temperature	Low	1. Blowdown, refer to HAZID PG 8.5	1.1.	1.1.1.	1.1.1.1. Confirm design temperature.	M	L	See Appendix.D for Detail
18	PG10.09	PG-75-PID-026, PG-75-PID-027, PG-75-PID-029, PG-75-PID-030, PG-96-PID-041	Relief and Blowdown system, LP and HP flare KO drums, Flare package, and Closed Drain system.	Level	High	2. High level in LP drum pit caused by rain.	2.1. Potential damage to pump PG-75-P-01A/B motors	2.1.1. PG-75-LI-104 high level alarm. PG-75-P-03 A/B started locally or from DCS.	2.1.1.1. Consider roof over pit.	S	M	See Appendix.D for Detail

No.	Node Number	P&ID Number	Section Description	Parameter	Guideword	Cause	Consequence	Safeguards	Action Item	Level Risk		Other
										Before Hazop	After Hazop	
19	PG10.10	PG-75-PID-026, PG-75-PID-027, PG-75-PID-029, PG-75-PID-030, PG-96-PID-041	Relief and Blowdown system, LP and HP flare KO drums, Flare package, and Closed Drain system.	Level	Low	1. Low level in LP-drum pit.	1.1. Potential damage to PG-75-P-03 A/B.	1.1.1.	1.1.1.1. Consider auto/manual stop/start.	M	L	See Appendix.D for Detail
20	PG10.18	PG-75-PID-026, PG-75-PID-027, PG-75-PID-029, PG-75-PID-030, PG-96-PID-041	Relief and Blowdown system, LP and HP flare KO drums, Flare package, and Closed Drain system.	Others		1. Two 12" ball valves in HP flare.	1.1.	1.1.1.	1.1.1.1. Two 12" ball valves is not needed.	S	M	See Appendix.D for Detail
21	PG10.18	PG-75-PID-026, PG-75-PID-027, PG-75-PID-029, PG-75-PID-030, PG-96-PID-041	Relief and Blowdown system, LP and HP flare KO drums, Flare package, and Closed Drain system.	Others		2. Future connections for LP Header.	2.1.	2.1.1.	2.1.1.1. Provide 2 connections	M	L	See Appendix.D for Detail
22	PG11.01	PG-90-PID-035, PG-90-PID-036, PG-90-PID-037, PG-90-PID-048	Potable water treatment system, water tank and pumps and distribution system	Flow	More	3. Run PG-90-P-03 A and B	3.1. Exceed capacity of PG-90-F-01/2/3 and water outside spec in PG-90-T-01.	3.1.1	3.1.1.1. Add roof manhole for hypo addition. PG-90-P-02 A/B can be used to re-circulate PG-90-T-01.	S	M	
23	PG11.02	PG-90-PID-035, PG-90-PID-036, PG-90-PID-037, PG-90-PID-048	Potable water treatment system, water tank and pumps and distribution system		Less/No	1. Too little dosing chemicals.	1.1. Potential excess biological/mud, failure to achieve water quality.	1.1.1. Intermediate tank, PG-90-T-02 can be drained back into the river.	1.1.1.1. Add sample points before PG-90-F-01.	M	L	

**Note :**

- H : High Risk, perlu pengamatan rinci, penanganan harus level pimpinan
- S : Significant Risk, perlu ditangani oleh manajer proyek
- M : Moderate Risk, resiko rutin, ditangani langsung ditingkat proyek
- L : Low Risk, ada diangaran pelaksanaan proyek

Matriks Resiko dalam Penentuan Level Resiko

Risk Matrix						
LIKELIHOOD	5	II	II	III	IV	IV
	5	5	10	15	20	25
4	I	II	III	III	IV	
	4	4	8	12	16	20
3	I	II	II	III	III	
	3	3	6	9	12	15
2	I	I	II	II	II	
	2	2	4	6	8	10
1	I	I	I	I	II	
	1	1	2	3	4	5
		2	3	4	5	
		CONSEQUENCE				

Risk: →

(Likelihood X Consequence)

Perkiraan Komponen Biaya Proyek

CODE	COST COMPONENT	ESTIMATE
<b>1</b>	<b>PROCUREMENT</b>	<b>\$28,053,159</b>
1.1	Process Purchasing	\$1,333,477
1.2	Mechanical Purchasing	\$15,432,912
1.3	Electrical Purchasing	\$1,950,258
1.4	Instrument Purchasing	\$5,061,105
1.5	Civil Purchasing	\$718,856
1.6	Structure Purchasing	\$762,913
1.7	Piping Purchasing	\$2,254,074
1.8	Material & Equipment Handling	\$539,563

CODE	COST COMPONENT	ESTIMATE
<b>2</b>	<b>CONSTRUCTION</b>	<b>\$9,382,831</b>
2.1	Direct Personnel	\$372,930
2.2	Mechanical Work	\$845,669
2.3	Electrical Work	\$413,551
2.4	Instrument Work	\$298,708
2.5	Civil Work	\$4,922,043
2.6	Structure Work	\$512,181
2.7	Piping Work	\$977,247
2.8	Construction & Installation Work	\$147,090
2.9	Inspection & Testing Work (NDE Work)	\$72,404
2.10	Precomm/Commissioning Work	\$125,212
2.11	Equipment	\$156,473
2.12	Indirect Cost	\$439,695
2.13	Travel & Telecom	\$81,178
2.14	Safety, Health and Environment	\$5,738
2.15	Technical service	\$12,712
<b>3</b>	<b>ENGINEERING</b>	<b>\$2,271,024</b>
3.1	Project Execution Team	\$789,747
3.2	Project Management Team	\$53,245
3.3	Engineering Services	\$222,392
3.4	Office facility & Equipment	\$39,000
3.5	Insurance	\$309,643
3.6	Bank Charges	\$118,728
3.7	Interest (Cost of Money)	\$738,269
	<b>Estimate At Completion</b>	<b>\$39,707,014</b>