

NO.: 092/FT.EKS.01/SKRIP/06/2008

**IDENTIFIKASI KESALAHAN UTAMA DESAIN STRUKTUR
BAJA PADA PROYEK EPC
(ENGINEERING PROCUREMENT & CONSTRUCTION)**

STUDI KASUS :

**PEMBANGUNAN PABRIK PUPUK AMMONIA - UREA KUJANG 1B
CIKAMPEK - JAWA BARAT**

SKRIPSI

Oleh

**TRIANA AGUSTINA
04 03 21 038 X**



**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

**IDENTIFIKASI KESALAHAN UTAMA DESAIN STRUKTUR
BAJA PADA PROYEK EPC
(ENGINEERING PROCUREMENT & CONSTRUCTION)**

STUDI KASUS :

**PEMBANGUNAN PABRIK PUPUK AMMONIA - UREA KUJANG 1B
CIKAMPEK - JAWA BARAT**

SKRIPSI

Oleh

TRIANA AGUSTINA
04 03 21 038 X

**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

**IDENTIFIKASI KESALAHAN UTAMA DESAIN STRUKTUR
BAJA PADA PROYEK EPC
(ENGINEERING PROCUREMENT & CONSTRUCTION)**

STUDI KASUS :

**PEMBANGUNAN PABRIK PUPUK AMMONIA - UREA KUJANG 1B
CIKAMPEK - JAWA BARAT**

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 30 Juni 2008

(**Triana Agustina**)
NPM 040321038X

LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul :

**IDENTIFIKASI KESALAHAN UTAMA DESAIN STRUKTUR
BAJA PADA PROYEK EPC
(ENGINEERING PROCUREMENT & CONSTRUCTION)**

STUDI KASUS :

**PEMBANGUNAN PABRIK PUPUK AMMONIA - UREA KUJANG 1B
CIKAMPEK - JAWA BARAT**

Dibuat untuk melengkapi persyaratan kurikulum program Sarjana Bidang Ilmu Teknik Universitas Indonesia guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program S1 Program Studi Teknik Sipil.

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada Sidang Ujian Skripsi pada hari Senin, tanggal 30 Juni 2008 bertempat di Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok.

Depok, 30 Juni 2008

Dosen Pembimbing

Ir. FIRDAUS JUERI, MT

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulisan seminar skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi berjudul “Identifikasi Kesalahan Utama Desain Struktur Baja Pada Proyek EPC (Engineering, Procurement & Construction), yang disusun guna memenuhi salah satu persyaratan dalam mendapatkan gelar Sarjana teknik pada Program S1 Bidang Ilmu Teknik Sipil Universitas Indonesia.

Dalam penyusunan Skripsi ini penulis banyak menemui hambatan dan kendala, namun berkat bantuan beberapa pihak maka skripsi dapat diselesaikan. Sehubungan dengan itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih atas waktu, informasi, data, penjelasan dan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan segalanya, orang tua, saudara-saudara dan istri tercinta dr.Tatin Rustin H yang selalu memberikan semangat dan dorongan.
2. Bapak Ir. Firdaus Jufri, MT, selaku pembimbing I. Bapak DR.Ir. H. Yusuf Latief, MT, Ibu Ayomi ST, MT, dan Ibu Alin Veronica ST, MT
3. Para dosen dan staf pengajar Program S1 Bidang Ilmu Teknik Sipil Universitas Indonesia.
4. Rekan dan sahabat di Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Pimpinan dan staf PT.Rekayasa Industri yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
5. Semua pihak termasuk pakar / responden yang telah banyak membantu dalam penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari tulisan ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis menghargai segala kritikan dan saran atas penyempurnaan tulisan ini. Akhir kata penulis berharap semoga tulisan ini bisa bermanfaat bagi kita semua.

Jakarta, 30 Juni 2008

Penulis

Judul :

**IDENTIFIKASI KESALAHAN UTAMA DESAIN STRUKTUR
BAJA PADA PROYEK EPC
(ENGINEERING PROCUREMENT & CONSTRUCTION)**

STUDI KASUS :

**PEMBANGUNAN PABRIK PUPUK AMMONIA - UREA KUJANG 1B
CIKAMPEK - JAWA BARAT**

ABSTRAK

Klausul 8 ISO 9001:2000 menyatakan bahwa organisasi harus menetapkan rencana-rencana dan menerapkan proses-proses pengukuran, pemantauan analisis, dan meningkatkan terus menerus efektivitas dari system manajemen kualitas. Proses identifikasi suatu masalah merupakan salah satu tahapan yang harus ditempuh oleh pihak manajemen organisasi dalam peningkatan proses terus menerus, salah satunya ialah proses identifikasi perubahan desain struktur baja yang sering terjadi pada proyek EPC. Perubahan-perubahan yang terjadi akan mengakibatkan efek berantai, dikarenakan proyek EPC merupakan proyek yang kompleks (multi disiplin), merupakan proyek yang secara total bertanggung jawab dari proses desain sampai pada tahap eksekusi. Kesalahan yang terjadi pada satu bidang (disiplin) akan mengakibatkan kesalahan pada bidang/disiplin lainnya. Artinya deviasi/penyimpangan atau perubahan pada satu bidang/disiplin akan mengakibatkan perubahan pada bidang/disiplin lain.

Diawali dengan diketemukannya fakta di lapangan bahwa telah terjadi banyak perubahan desain struktur baja pada proyek yang ditinjau. Dari data-data proyek tersebut dan data dari hasil studi pustaka akan dianalisis melalui penyebaran kuesioner yang kemudian akan olah dengan statistik dengan *software* SPSS versi 13 menjadi informasi yang berguna untuk pengambilan suatu keputusan. Dari data hasil olahan didapatkan variabel definitive jenis kesalahan desain yang terjadi yaitu variabel penambahan *insert plate* dan variabel kesalahan *engineering piping* menjadi variabel penyebab terjadinya kesalahan tersebut. Diharapkan pada proyek berikutnya kesalahan-kesalahan tersebut bisa diminimalkan atau bahkan dihilangkan. Informasi-informasi dari penelitian ini bisa dijadikan sebagai umpan balik pada pembuatan sistem kerja ataupun perbaikan pada prosedur kerja yang sudah ada.

Kata kunci : Struktur baja, desain, manajemen, EPC

Title :

**IDENTIFICATION MAIN MISSDESIGN
OF STEEL STRUCTURE AT EPC PROJECT
(ENGINEERING PROCUREMENT & CONSTRUCTION)**

**CASE STUDY :
IN CONSTRUCTION OF AMMONIA - UREA PROJECT
KUJANG 1B, CIKAMPEK - JAWA BARAT**

ABSTRACT

ISO 9001:2000 section 8 said that the organization shall be determine planning and applying measurement process, analysis monitoring, and effectiveness of continuity improvement for quality management system. Identification process is the one stage that should be done by organization management in continuity improvement of the process. The one is identification of miss design or design change of steel structure at EPC project. Design change or miss design at one department or one stage in EPC project will have consequences in other department or stage due to EPC project is multi variance discipline or party who in charge. The EPC contractor is responsible to design process and execution process. Miss design in one discipline will influence in others discipline.

Beginning is found any fact at the project has many change or miss design of steel structure. Combining with literature study, the subject is analyzed to found the main item of miss design and the reasons. Questioner is the tools in this research to found definitive variable. Statistical analysis with SPSS 13 is the software to be used to analyze the tabulation of questioner.

The result of analyze is additional insert plate to be definitive variable in type of miss design or design change steel structure, and engineering piping variable is the cause of miss design or design change. Result of this study can be a feed back to improve of the process.

Keyword : Steel structure, design, management, EPC

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
DAFTAR ISTILAH / SIMBOL.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. LATAR BELAKANG.....	1
1.2. PERUMUSAN MASALAH.....	3
1.3. MAKSUD DAN TUJUAN.....	4
1.4. BATASAN PENELITIAN.....	4
1.5. METODE PENELITIAN	5
1.6. SISTIMETIKA PENULISAN	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. PENDAHULUAN	7
2.2. STRUKTUR BAJA	7
2.2.1. Desain Struktur Baja	8
2.2.2. Fabrikasi Struktur Baja	11
2.2.3. Ereksi Struktur Baja	14

2.2.4. Penyebab Dan Analisis Kegagalan Struktur Baja	16
2.2.4.1. Kesalahan Desain	17
2.2.4.2. Kesalahan Fabrikasi Dan Ereksi	18
2.3. PROYEK EPC	19
2.3.1. Skema Kontrak EPC	19
2.3.2. Ketentuan Umum Kontrak EPC	20
2.3.2.1. Kewajiban Umum Kontraktor	21
2.3.2.2. Kewajiban Umum Pemberi Tugas	22
2.4. KESIMPULAN	24
BAB III. METODE PENELITIAN.....	27
3.1 PENDAHULUAN	27
3.2. KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESA.....	27
3.3. PERTANYAAN PENELITIAN DAN METODE PENELITIAN	29
3.4. KERANGKA METODE PENELITIAN	30
3.4.1 PROSES PENELITIAN.....	30
3.4.2 VARIABEL PENELITIAN.....	33
3.5 METODE PENGUMPULAN DATA.....	35
3.6 METODE ANALISIS DATA.....	41
3.7 KESIMPULAN	42
BAB IV. PELAKSANAAN PENELITIAN DAN ANALISIS DATA	43
4.1. PENDAHULUAN.....	43
4.2. PROFIL DAN DATA RESPONDEN	42
4.2.1. Profil Perusahaan	43
4.2.2. Data Responden	44
4.2.3. Profil Responden	45
4.3. ANALISIS DESKRIPTIF	47
4.3.1. Jenis Kesalahan/Perubahan Desain	47
4.3.2. Penyebab Teknis Perubahan Desain	49
4.4. ANALISIS DATA NON PARAMETRIK	50

4.4. VALIDASI PAKAR	53
4.5. KESIMPULAN	55
BAB V. TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....	56
5.1. TEMUAN.....	56
5.2. PEMBAHASAN.....	56
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	60
6.1. KESIMPULAN.....	60
6.2. SARAN.....	60
DAFTAR PUSTAKA	62

LAMPIRAN :

- LAMPIRAN 1.Data Kesalahan Perubahan Desain Baja Pada Proyek Kujang 1B
- LAMPIRAN 2. Daftar Jenis Kesalahan/Perubahan Desain Struktur Baja
- LAMPIRAN 3. Frekuensi Jenis Kesalahan/Perubahan Desain
- LAMPIRAN 4. Frekuensi Jenis Kesalahan / Perubahan Desain
- LAMPIRAN 5. Variabel Referensi
- LAMPIRAN 6. Variabel Penelitian Jenis Kesalahan/Perubahan Desain
- LAMPIRAN 7. Variabel Alasan Teknis Kesalahan Desain
- LAMPIRAN 8. Kuesioner Penelitian
- LAMPIRAN 9. Tabulasi Kuesioner
- LAMPIRAN 10. Analisa Deskriptif Jenis Kesalahan Desain
- LAMPIRAN 11. Analisis Deskriptif Penyebab Teknis Kesalahan Desain

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Flowchart</i> Desain Struktur Baja Pada Proyek EPC.....	25
Gambar 2.2 Tahapan Aktifitas Pada Proyek Dengan Kontrak EPC.....	26
Gambar 3.1 Diagram alir tahapan penelitian.....	32
Gambar 3.2 Diagram Alir Penentuan Variabel Penelitian.....	35
Gambar 3.3 Tahapan Analisis Statistik.....	41

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Data Responden Berdasarkan Departemen	45
Tabel 4.2 Data Responden Berdasarkan Pengalaman Kerja.....	46
Tabel 4.3 Data Responden Berdasarkan Tingkat Pendidikan.....	46
Tabel 4.4 Transformasi Nilai Kuesioner.....	47
Tabel 4.5 Tabel jenis Kesalahan Desain	48
Tabel 4.6 Penyebab Teknis Kesalahan Desain	49
Tabel 4.7 Uji Statistik Non Parametrik	
Jenis Kesalahan Desain.....	51
Tabel 4.8 Uji Statistik Non Parametrik	
Alasan Teknis Kesalahan Desain.....	52
Tabel 4.8 Propil Pakar	53

DAFTAR SINGKATAN



EPC	<i>Engineering Procurement Construction</i>
ISO	<i>International Organization of Standard</i>
BEDD	<i>Basic Engineering Design Data</i>
PID	<i>Piping Instrument Data</i>
MTO	<i>Material Take Over</i>
AISC	<i>American Institute of Steel Construction</i>
AWS	<i>American Welding Society</i>
LPG	<i>Liquid Petroleum Gas</i>
CNC	<i>Computer Numerically Control</i>
SMAW	<i>Shielded Metal Arch Welding</i>
GMAW	<i>Gas Metal Arch Welding</i>
FCAW	<i>Flux-Cored Arch Welding</i>
SSPC	<i>Steel Structure Painting Council</i>
DFT	<i>Dry Film Thickness</i>
FIDIC	<i>Federation Internationale des Ingenieurs-Conseiles</i>

DAFTAR SIMBOL

<u>Simbol</u>	<u>Keterangan</u>
r	Koefisien korelasi
a	Konstanta
b	Dugaan koefisien regresi
ε	Kesalahan pengganggu
n	Jumlah sampel
α	Tingkat signifikansi
H_a	Hipotesis alternative
H_0	Hipotesis nol
Y	Variabel terikat
X	Variabel bebas

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Proyek EPC merupakan proyek dimana kontraktor mengerjakan proyek dengan ruang lingkup tanggung jawab penyelesaian pekerjaan meliputi desain, pengadaan material dan konstruksi serta perencanaan dari ketiga aktifitas tersebut³. Koordinasi antar disiplin atau departemen merupakan kunci utama dalam keberhasilan pengelolaan proyek EPC. Deviasi atau penyimpangan pada satu disiplin atau departemen akan berdampak langsung pada disiplin atau departemen lain.

Salah satu kasus yang sering terjadi ialah penyimpangan atau perubahan desain struktur baja yang akan berdampak pada perubahan desain dari fasilitas lain yang berhubungan dengan struktur baja, atau sebaliknya. Struktur baja pada proyek pembangunan suatu pabrik/industri mempunyai fungsi sebagai fasilitas struktural untuk meletakkan alat-alat produksi.

Quality management pada kontraktor EPC yang berdasarkan pada manajemen kualitas ISO 9001:2000 sangat membantu dalam tata kelola proyek-proyek EPC yang mempunyai permasalahan yang sangat kompleks. Manajemen kualitas ISO 9001:2000 mengharuskan manajemen organisasi untuk meningkatkan sistem manajemen kualitas melalui peningkatan kinerja proses terus menerus (*continue improvement*)⁴. Proses identifikasi suatu masalah merupakan salah satu tahapan yang harus ditempuh oleh pihak manajemen organisasi dalam peningkatan proses terus menerus, salah satunya ialah proses identifikasi perubahan desain struktur baja yang sering terjadi pada proyek EPC yang disebabkan oleh berbagai variasi penyebab.

Terjadinya banyak perubahan desain struktur baja pada tahap konstruksi yang disebabkan oleh berbagai variasi penyebab kesalahan akan berdampak pada

³ . Yudistira soedarsono,SA,kamus Istilah Proyek,Elexmedia Komputindo,Jakarta

⁴ Vincent Gaspersz, ISO 9001:2000 and Continual Improvement,Gramedia,2003

biaya (*cost*), waktu penyelesaian proyek (*schedule*), ataupun dari segi kualitas pekerjaan yang sangat dimungkinkan akan terjadi penurunan kualitas pekerjaan. Pada proyek EPC yang melibatkan beberapa disiplin, apabila terjadi perubahan atau kesalahan pada satu disiplin akan menyebabkan perubahan atau kesalahan pada disiplin lain, artinya perubahan yang terjadi pada satu disiplin akan mengakibatkan masalah baru pada disiplin lain.

Begitu halnya dengan perubahan desain pada struktur baja yang mempunyai fungsi sebagai fasilitas struktural untuk penopang alat-alat produksi/industri seperti pipa-pipa (*piping*), bejana tekan (*pressure vessel*), reaktor, tangki, pompa, *compressor*, kabel-kabel *power*/kontrol, panel, dll). Perubahan desain pada struktur baja akan mengakibatkan perubahan desain pada bidang/disiplin lain atau pada fasilitas yang akan ditopangnya, begitu pula sebaliknya, apabila perubahan pada bidang/disiplin lain yang berhubungan dengan struktur baja akan mengakibatkan perubahan pada struktur bajanya sendiri. Artinya dampak dari perubahan pada satu disiplin/bidang risikonya akan terakumulasi pada bidang/disiplin lain. Kesalahan atau perubahan desain tersebut disebabkan oleh berbagai faktor penyebab. Banyaknya variasi penyebab inilah yang menjadi latar belakang penelitian ini sehingga diperlukan proses identifikasi faktor penyebabnya dan jenis kesalahan desainnya.

Dari hasil observasi pada proyek yang ditinjau yaitu pada proyek pembangunan pabrik pupuk *ammonia-urea* Kujang 1B, telah terjadi 99 *item* perubahan desain struktur baja pada tahap konstruksi. Pemilihan proyek tersebut sebagai obyek penelitian dikarenakan pada proyek pembangunan pupuk *ammonia-urea* merupakan proyek EPC yang mempunyai *unit* proses yang paling kompleks dibandingkan dengan proyek EPC sejenisnya terutama yang sedang dan telah ditangani oleh kontraktor EPC yang ditinjau. Pada proyek pembangunan pabrik pupuk *ammonia-urea* mempunyai *unit* proses (*discrete part*) sebanyak 64 *unit* proses dibandingkan dengan proyek sejenis lainnya seperti kilang minyak (*refinery*), *power plant*, pabrik semen, pupuk NPK, pengolahan gas, ataupun pabrik kimia lainnya. Sehingga pada proyek pembangunan pabrik *ammonia-urea* dipastikan mempunyai permasalahan yang cukup rumit/komplek, banyak *interface* antar disiplin, disamping itu teknologi yang dipakai untuk proses ini

menggunakan teknologi terbaru yaitu *aces 21* yang mempunyai keunggulan dalam penghematan *energy*, 30% lebih hemat dibandingkan dengan teknologi sebelumnya, teknologi ini merupakan teknologi paling mutakhir saat ini dan merupakan proyek pertama di dunia dengan *system* ini (majalah konstruksi No.353, edisi april-mei 2006), sehingga dari sisi pengalaman merupakan hal baru sehingga banyak modifikasi-modifikasi atau kesalahan-kesalahan pada tahap konstruksi, salah satu terkena dampaknya ialah perubahan desain pada struktur baja yang tentunya disebabkan oleh disiplin lain yang berhubung langsung dengan teknologi baru tersebut, baik itu disiplin proses (kimia), *mechanical*, *piping*, ataupun disiplin lainnya. Dibandingkan dengan proyek sejenis sebelumnya jumlah perubahan/kesalahan desain struktur baja jauh lebih sedikit dibandingkan dengan proyek ini. Jumlah tonase baja yang dipakai untuk struktur baja pada proyek ini mencapai 2.300 ton, sementara pada proyek *power plant* ataupun pabrik semen jauh diatas itu, tetapi dari jumlah perubahan desain struktur baja jauh dibawah yang terjadi pada pabrik yang ditinjau.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Kesalahan desain struktur baja yang terjadi pada tahap konstruksi ini banyak terjadi karena kesalahan desain disiplin lain yang berhubungan dengan struktur baja atau bisa juga terjadi karena kesalahan dari desain struktur bajanya sendiri, hal inipun akan sama berdampak pada disiplin lain yang berhubungan dengan struktur baja.

1.2.1 Deskripsi Masalah

Beranjak dari hal tersebut mendorong penulis untuk melakukan penelitian/identifikasi jenis kesalahan atau perubahan dominan yang terjadi pada kasus yang ditinjau dan faktor penyebab dominan yang menyebabkan banyaknya perubahan desain struktur baja, sehingga pekerjaan berulang tidak bisa dihindari, dalam hal ini penulis ingin mengetahui jenis kesalahan atau perubahan apa saja yang sering terjadi pada desain struktur baja serta alasan atau penyebab teknis apa yang menyebabkan terjadinya perubahan tersebut.

1.2.2 Signifikasi Masalah

Dari permasalahan yang akan diteliti diatas diharapkan dapat memberikan hasil penelitian yang dapat dipakai sebagai umpan balik untuk perbaikan *system* kerja yang ada, seperti yang dipersyaratkan oleh oleh manajemen kualitas berdasarkan ISO 9001:2000, sehingga kesalahan yang terjadi bisa diminimalkan atau bahkan dihilangkan. Hasil identifikasi pada penelitian ini dijadikan sebagai data awal untuk memperbaiki sistem kerja yang sudah ada.

1.2.2 Perumusan Masalah

Banyaknya perubahan atau kesalahan yang terjadi pada desain struktur baja yang disebabkan oleh banyak variasi penyebab dan implikasi dari kesalahan yang ditimbulkan sehingga diperlukan identifikasi jenis kesalahan yang sering terjadi dan penyebab dari kesalahan atau perubahan tersebut.

Penyebab perubahan tersebut timbul karena berbagai macam alasan teknis yang mutlak harus dilakukan perubahan pada struktur baja, karena akan berakibat pada pekerjaan lain atau disiplin lain jika tidak dilakukan perubahan tersebut.

1.3 MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud penelitian ini ialah menggunakan pendekatan identifikasi kesalahan/perubahan desain pekerjaan struktur baja berdasarkan data proyek yang telah selesai dilaksanakan dan berdasarkan studi literatur.

Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui secara kuantitatif jenis kesalahan atau perubahan dominan desain struktur baja yang sering terjadi pada proyek yang ditinjau, dan penyebab atau alasan teknis dari kesalahan atau perubahan desain tersebut.

1.4 BATASAN PENELITIAN

Penelitian ini hanya mencakup identifikasi perubahan/kesalahan desain struktur baja serta alasan teknis penyebab perubahan tersebut pada proyek pembangunan pabrik pupuk *ammonia-urea* yang terjadi pada tahap konstruksi dan dikelola dengan kontrak EPC pada proyek yang ditinjau.

1.5 METODE PENELITIAN

1. Studi Literatur

Didapat dari referensi literatur yang berkaitan dengan penelitian ini. Dalam hal ini penulis menganbil referensi dari buku yang berjudul *Assesment and Refurbishment of Steel Structure* karangan *Zoltan agocs, jerzy zioko, Josef vican & jan broniasky*, penerbit *taylor and prancis*, paris- 2007, sebagai referensi utama.

2. Penelitian lapangan

Penelitian lapangan yang dimaksudkan dalam hal ini adalah dengan pengumpulan data primer dengan penyebaran kuesioner dan wawancara. Data lain ialah hasil inventarisir dari dokumen proyek yang ditinjau yang akan dijadikan sebagai variabel penelitian dan sebagai bahan pembanding dengan hasil olahan data kuesioner.

3 Pengolahan Data

Melakukan analisa data yang diperoleh dari survey yang didapat dengan menggunakan bantuan perangkat lunak/*software* kemudian melakukan validasi dengan para pakar dan literatur.

2. Membuat Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dari hasil olahan data, temuan dan validasi selama penelitian, maka akan dibuat suatu kesimpulan mengenai penelitian ini.

1.6 SISTIMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan dari penelitian ini secara garis besar terdiri dari :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, batasan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : KAJIAN PUSTAKA

Bab ini mengulas tentang teori-teori yang dipergunakan sebagai acuan dalam penulisan skripsi ini. Studi pustaka dilakukan pada buku-buku referensi yang ada, jurnal dan bahan kuliah serta sumber lain yang mendukung penelitian penulisan ini.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memaparkan mengenai kerangka berpikir, hipotesis, metode penelitian, pembahasan mengenai langkah-langkah analisa yang akan dilakukan, serta metode atau rumusan yang dijadikan acuan dalam analisis.

BAB IV : PELAKSANAAN DAN HASIL PENELITIAN

Bab ini berisi tentang pelaksanaan penelitian yang dilakukan mencakup hasil pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan interpretasi data.

BAB V : TEMUAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan membahas hasil temuan dari analisis kuesioner dengan statistik menggunakan software SPSS 13.0 yang divalidasi oleh pakar.

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan kesimpulan dari analisa yang telah dilakukan serta saran yang mendukung kondisi tersebut.

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1 PENDAHULUAN

Tahap awal penelitian dilakukan dengan studi literatur, literatur yang akan ditinjau pada bab ini terkait dengan struktur baja yang menjadi obyek penelitian ini, tinjauan struktur baja dalam hal ini mengenai peranannya dalam bangunan industri dan proses pekerjaan konstruksinya, baik itu proses desain, fabrikasi, ataupun ereksinya. Hal lain yang dibahas dalam bab ini ialah mengenai proyek EPC (*engineering, procurement, construction*), terkait dengan struktur baja yang dikerjakan pada proyek dengan skema kontrak EPC. Terakhir ialah pembahasan mengenai proses analisa statistik yang dipakai, berhubungan dengan proses analisa data dari banyaknya perubahan desain struktur baja.

2.2 STRUKTUR BAJA

Material baja sebagaimana diketahui dewasa ini merupakan salah satu material yang banyak digunakan pada banyak bangunan, baik itu untuk struktur gedung, jembatan, ataupun untuk bangunan industri. Salah satu keuntungan baja adalah keseragaman bahan dan sifat-sifatnya yang dapat diduga secara cukup tepat. Kesetabilan dimensional, kemudahan pembuatan, dan cepatnya pelaksanaan juga merupakan hal-hal yang menguntungkan dari struktur baja ini. Kerugian dari material ini ialah mudahnya mengalami korosi dan berkurangnya kekuatan pada temperature tinggi³.

Pembangunan atau pelaksanaan struktur baja pada umumnya melibatkan berbagai tahap. Tahapan pembangunan dari struktur baja untuk setiap proyek mempunyai urutan yang berbeda-beda, sangat tergantung dari volume pekerjaan, ruang lingkup, jenis konstruksi, metode konstruksi dan lain sebagainya. Pada umumnya urutan pembangunannya diawali dengan proses desain (*engineering*) yang dilanjutkan dengan proses pendetailan, fabrikasi, dan ereksi.⁵

⁵ Leonard Spiegel, George F. Liburner, Desain Baja Struktural Terapan, PT. Eresco 1991, hal 3

2.2.1 Desain Struktur Baja

Pada proyek EPC, tahapan desain (*engineering*) dibagi menjadi dua bagian yaitu penanganan proyek pada tahap desain dasar (*basic engineering*) dan tahapan pendetailan desain (*detail engineering*). Diagram alir proses desain struktur baja pada proyek EPC terlihat pada [gambar 2.1](#). Diawali dengan penentuan *basic design* sebagai dasar dalam penentuan *detail design*. Beberapa hal yang dikerjakan pada tahap desain dasar/awal (*basic engineering*) adalah melakukan pengecekan dan studi terhadap data-data desain umum (*general design data*) yang meliputi⁶:

1. Spesifikasi proyek.
2. Data-data beban/berat peralatan yang akan digunakan (*Equipment loading data*) dari departemen/disiplin terkait seperti: *mechanical, proses, piping, electrical, dan instrument*.
3. Data desain awal (*Basic engineering design data/ BEDD*), *piping & instrument data (PID)* terkait dengan *layout*, dan daftar *equipment* yang akan dipakai dari departemen proses.
4. *Plot plan* awal (*Preliminary plot plan*) dari departemen *piping*.
5. Ketersediaan material di pasaran dari divisi pengadaan (*procurement*) dan dari *vendor*.

Proses pembuatan konsep desain (*Conceptual Design*) untuk struktur baja dapat dikerjakan berdasarkan data-data tersebut diatas, output dari konsep desain (*Conceptual Design*) adalah:

1. Kriteria desain
2. Spesifikasi desain
3. Gambar standar dan gambar tipikal
4. Spesifikasi konstruksi
5. Daftar kebutuhan material (*priliminary*)
6. Daftar kebutuhan untuk konstruksi (*priliminary*)
7. Pemilihan material

⁶ Design Input dan Output.pada Departemen Engineering PT.X,1995

Pada tahap pendetailan desain (*detail engineering*), *civil engineer* melakukan analisa struktur (*structural analysis*) dan pembuatan *skets* dengan menggunakan *software*, data *input* yang berasal dari konsep desain (*conceptual design*). *Output* hasil analisa ini oleh engineer dan designer dipergunakan untuk pembuatan *sketch*. *Sketch* yang sudah jadi kemudian didistribusikan ke semua departemen (*piping, mechanical, proses, electrical, dan instrument*) sebagai acuan mereka dalam mendesain produknya. *Output sketch* juga dipakai untuk melengkapi daftar awal kebutuhan material. Tahapan selanjutnya ialah pembuatan gambar desain struktur baja (*desain drawing*) oleh *drafter civil*, dengan *input* dari *sketch* yang dibuat oleh *civil engineer*. Pada pembuatan gambar desain tersebut diperlukan *input* tambahan baik itu dari departemen/disiplin lain, dari pihak *owner* ataupun dari pihak *vendor* untuk struktur khusus. Dari gambar desain tersebut, kemudian *drafter* membuat gambar detail (*detail drawing*). Gambar desain tersebut akan dipakai oleh *civil designer* untuk *updating* daftar awal kebutuhan material (*preliminary MTO*) menjadi daftar final kebutuhan material yang akan dikirim ke bagian pengadaan (*procurement*), departemen konstruksi dan subkontraktor/fabrikator. Dari gambar desain tersebut kemudian dibuatkan gambar fabrikasi (*shop drawing*) untuk keperluan fabrikasi dan ereksi. *Shop drawing* harus meliputi semua informasi yang diperlukan untuk fabrikasi di *workshop*. Produksi aktual *shop drawing* merupakan pekerjaan pendetailan. Pada saat pendetailan harus memberikan ide-ide yang ada pada gambar kerja agar setiap elemen struktur dan semua komponen pada struktur dapat difabrikasi, untuk itu diperlukan sangat banyak pengetahuan praktis. *Shop drawing* yang diberikan oleh *detailer* dikoordinasikan dengan pekerjaan pada fase ereksi dan fabrikasi.

Langkah awal dalam penyiapan *shop drawing* adalah menyiapkan semua gambar ereksi yang memberikan semua informasi yang diperlukan untuk *layout* dan instalasi struktur baja. Gambar-gambar tersebut harus memperlihatkan semua bagian baja atau yang mempunyai tanda ereksi yang menunjukkan lokasinya yang benar pada struktur. Rencana ereksi ini juga meliputi rencana baut angker. Ini adalah satu diantara gambar-gambar pertama yang dibuat karena baut angker harus disiapkan sebelum ereksi baja. Gambar tersebut memperlihatkan lokasi

semua angker yang akan ditanam dalam fondasi beton dan berfungsi menjangkar rangka baja ke pondasi yang memikulnya.

Pada proyek yang skalanya besar gambar ereksi tidak saja memperlihatkan lokasi sebenarnya setiap bagian dengan tanda ereksinya, tetapi juga urutan ereksinya. Lokasi perangkaan yang luas biasanya dibagi menjadi menjadi bagian-bagian terpisah yang disebut *instalment*. *Instalment* memberikan bagian-bagian fabrikasi yang akan dikirim pada jadwal rinci yang memberikan lokasi yang pasti pada proyek, sehingga tidak diperlukan lagi biaya pemindahan. Rencana awal yang lengkap ini akan lebih memudahkan jadwal pendetailan, fabrikasi, pengiriman, dan ereksi.

Tujuan utama pendetailan adalah untuk menyiapkan detail struktur baja atau *shop drawing*. Gambar tersebut disiapkan oleh *detailer* selanjutnya akan digunakan di *workshop* (bengkel) untuk fabrikasi setiap bagian baja yang diperlukan pada struktur. Informasi yang ada dari *design drawing*, spesifikasi dan *standard drawing* harus diinformasikan pada *shop drawing*, baik itu mengenai spesifikasi material, jenis baut, ukuran baut beserta jumlahnya, spesifikasi untuk pengecatan, ataupun informasi-informasi lainnya yang dianggap perlu. Selain itu karena gambar desain pada umumnya hanya memperlihatkan beberapa hubungan dan biasanya tidak begitu lengkap, maka sangat bergantung pada pendetailan untuk melengkapinya, termasuk modifikasi sehingga mudah dalam fabrikasi ataupun ereksi. Pendetailan juga harus mendesain hubungan-hubungan khas lainnya dan hubungan khusus yang belum diperlihatkan pada gambar desain. Dengan demikian pendetail harus terbiasa dengan standar yang berlaku, umumnya untuk struktur baja mengacu pada standard AISC (*American Institute of Steel Construction*) dan untuk pengelasannya mengacu pada AWS (*American Welding Society*). Setelah elemen struktur didetailkan dan *shop drawing* telah selesai, gambar tersebut direview/dicek lagi oleh pemeriksa (*checker*). Untuk memudahkan pihak *workshop* merakit material yang diperlukan dalam fabrikasi, daftar material harus disiapkan sebagai bagian dari setiap *shop drawing*. Hampir semua fabrikator memberikan setiap lembar *shop drawing* yang dilengkapi dengan formulir daftar material. Untuk memberikan tempat pada gambar, kadang-kadang formulir tersebut terpisah dari *shop drawing*.

Sebelum fabrikasi dimulai, *shop drawing* yang telah selesai harus disetujui oleh *civil engineer* ataupun pihak lain yang berwenang. Hal ini meliputi semua rencana ereksi dan detail karena semua *shop drawing* sudah meliputi informasi tambahan yang semula tidak ada pada gambar desain. Umumnya urutan atau *flowchart* desain struktur baja pada proyek EPC bisa dilihat gambar 2.1 yang mempaerlihatkan proses desain sampai pada tahapan pembuatan shop drawing dan daftar kebutuhan material dan kebutuhan konstruksi⁴. Tahapan-tahapan tersebut merupakan urutan proses desain pada departemen *engineering civil* untuk proyek EPC.

2.2.2 Fabrikasi Struktur baja

Fabrikasi struktur baja umumnya dilakukan di *workshop* terutama untuk skala proyek yang cukup besar. Tahapan fabrikasi untuk struktur baja sebagai berikut⁷:

1. Penandaan atau pengukuran (*marking*) material baja.
2. Pemotongan material baja.
3. Pembuatan lubang.
4. Perakitan (*fit-up*)
5. Pengelasan
6. Pengecatan.

Tahapan-tahapan fabrikasi tersebut berlaku juga apabila fabrikasi dilaksanakan di lapangan. Fabrikasi di *workshop* mempunyai banyak kelebihan dikarenakan fasilitas di *workshop* umumnya lebih lengkap bila dibandingkan dilaksanakan di lapangan.

Penandaan atau *marking* material baja merupakan tahap awal fabrikasi struktur baja, pengukuran dan penandaan dilaksanakan sesuai dengan *shop drawing* yang sudah disetujui oleh pihak yang berwenang. Penandaan dengan menggunakan *marker* yang jelas dan tahan air sangat dianjurkan dalam pengendalian ukuran potongan baja untuk menghindari kesalahan potong. Penandaan bukan hanya untuk menandai ukuran pemotongan saja, tetapi meliputi

⁴ Design Input dan Output.pada Departemen Engineering PT.X,1995

⁷ Thomas Schfly,Fabrication & Erection Steel Structre,AISC,Inc1998

juga pemberian kode dari potongan atau *member* baja itu sendiri untuk menghindari kesalahan dalam identifikasi untuk perakitan ataupun untuk ereksi nantinya.

Proses pemotongan merupakan tahap berikutnya. Banyak cara dalam proses pemotongan baja diantaranya dengan menggunakan api (*flame cutting*), yaitu pemotongan dengan menggunakan *oxygen* yang dicampur dengan gas metana (LPG). Pemotongan dengan metode ini paling banyak digunakan mengingat cepatnya proses pemotongan dan bisa dilakukan untuk berbagai ukuran ketebalan dan bentuk potongan, sehingga lebih fleksibel dalam pelaksanaannya. Pemotongan dengan cara ini bisa dilaksanakan secara manual ataupun secara mekanis. Pemotongan dengan cara mekanis yaitu dengan *track* yang dipasang bersamaan dengan alat potongnya yang berfungsi untuk membawa alat potong sehingga proses pemotongan bisa berjalan dengan sendirinya, sehingga hasilnya bisa lebih cepat dan lebih lurus. Selain metode tersebut masih banyak metode lagi dalam pemotongan baja, diantaranya dengan *plasma-arc cutting*, *shearing cutting* ataupun *sawing*.

Pembuatan lubang untuk baut merupakan tahap berikutnya. Lubang untuk baut pada struktur baja umumnya dilakukan dengan menggunakan mesin *punching*, pembuatan lubang dengan metode ini sangat terbatas ketebalannya, AISC sendiri mesatkan tebal material yang dilubangi adalah diameter lubang ditambah 1/8 inc⁵. Metode yang lain ialah dengan menggunakan mesin bor, proses pembuatan lubang dengan metode ini akan lebih lama dibandingkan dengan mesin *punching*. Untuk menjaga keakuratan jarak antar lubang banyak workshop yang sudah menggunakan mesin CNC (*Computer numerically controlled*).

Material yang sudah dipotong dan dilubangi tersebut kemudian dilakukan perakitan dengan cara dilas cantum (*tack weld*) atau dikenal dengan proses *fit-up* atau *assembly*. Proses perakitan harus dilaksanakan lebih hati-hati, harus sesuai dengan shop drawing baik itu dimensi, orientasi ataupun jenis potongan itu sendiri, dikarenakan apabila terjadi kesalahan pada tahap ini dan material telah selesai di las maka proses perbaikannya akan lebih sulit lagi.

⁵ Thomas Schfly, Fabrication & Erection Steel Structure, AISC, Inc 1998

Proses pengelasan merupakan tahapan berikutnya setelah perakitan. Proses pengelasan terdiri dari berbagai proses, umumnya proses pengelasan untuk struktur baja adalah dengan proses SMAW (*shielded metal arch welding*), tetapi banyak juga yang menggunakan proses GMAW (*gas metal arch welding*), FCAW (*flux-cored arch welding*) ataupun SAW (*sub merged arch welding*). Proses pengelasan SMAW yang paling banyak digunakan merupakan proses pengelasan manual dengan menggunakan *electrode*, busur elektrik terbentuk diantara ujung-ujung elektroda logam berlapis dan komponen baja yang akan dilas. Busur ini membangkitkan panas sampai 6500°F yang dapat mencairkan sebagian logam dasar yang terkena panas, bagian ujung elektroda juga mencair dan logam akan terdorong melalui udara, kutub kecil dari logam yang mencair yang terbentuk disebut *crater*, pada saat elektroda bergerak disepanjang sambungan, *crater* mengikutinya dan memadat dengan cepat pada saat temperature dari kutub turun dibawah titik leleh. Selama proses pengelasan, pada saat pelapis elektroda berdekomposisi, terbentuklah selubung gas yang mencegah penyerapan partikel-partikel dari udara sehingga proses pembentukan logamnya tidak terkontaminasi oleh udara luar³.

Proses terakhir dari fabrikasi ialah pengecatan, hal yang perlu diperhatikan dalam proses pengecatan ialah material cat yang dipakai dan proses pengecatannya itu sendiri. Tujuan dari pengecatan itu sendiri ialah untuk melindungi baja dari bahanya korosi disamping sebagai fungsi estetis. Pemilihan material cat sangat menentukan daya tahan dari cat itu sendiri, yang perlu diperhatikan dalam pemilihan material cat ialah jenis atau *generic type* dari cat itu sendiri, pemilihan type cat itu sendiri harus mempertimbangkan temperatur layanannya, kondisi atmosfer dilingkungannya, adhesifitasnya, ataupun warnanya.⁵ Proses pengecatan harus mengikuti apa yang direkomendasikan oleh manufaktur cat itu sendiri ataupun pada standard yang ada seperti SSPC (*Steel Structure Painting Council*). Proses persiapan permukaan merupakan hal yang kritikal pada proses pengecatan, umumnya manufaktur cat ataupun SSPC mewajibkan melakukan *sand blasting* terlebih dahulu. Proses *sand blasting* merupakan proses

³ Leonard Spiegel, George F. Liburner, Desain Baja Struktural Terapan, PT. Eresco 1991, hal 225

⁵ Thomas Schfly, Fabrication & Erection Steel Structure, AISC, Inc 1998, hal 24

pembersihan material dari karat ataupun kotoran lainnya dengan menggunakan pasir yang diseprotkan dengan tekanan tertentu. Proses berikutnya yang perlu diperhatikan ialah aplikasi/penyemprotan dari material cat itu sendiri. Aplikasi yang direkomendasikan umumnya dengan menggunakan spray kecuali untuk posisi-posisi yang tidak terjangkau, bisa menggunakan kuas. Ketebalan cat harus mengikuti standard yang berlaku, ketebalan cat yang dikenal dengan istilah *dry film thickness* (DFT) harus benar-benar dijaga agar menghasilkan daya proteksi yang optimal⁸. Tahapan terakhir dari fabrikasi ialah penamaan (*marking*) pada tiap komponen baja untuk memudahkan proses ereksi dan menghindari salah pasang, penamaan komponen atau *marking* harus sesuai dengan *erection drawing*.

2.2.3 Ereksi Struktur Baja

Struktur baja umumnya diereksi dengan menggunakan *crane*, *derrick*, atau unit-unit *special* untuk kasus tertentu. Crane sendiri bermacam-macam, diantaranya *mobil crane*, termasuk *crawler crane*, *rubber tire crane* dan *truck crane*, *tower crane* dan *climbing crane*. *Derricks* umumnya dipakai pada kondisi-kondisi yang yang *statis*, tetapi bisa juga ditempatkan pada *plat form mobile*.

Saat ini paling banyak digunakan *crawler crane* untuk pekerjaan *erection* struktur baja, dikarenakan fleksibilitas dari alat ini, selain itu mempunyai daya angkat yang besar sampai kemampuan mengangkat sampai 1000 ton yang dikategorikan *heavy lift*. Penggunaan *crane* tersebut harus diperhitungkan secara matang, baik dari segi mobilisasi, *service load*, metode ereksinya itu sendiri.

Penentuan metode ereksi sendiri sangat tergantung dari banyaknya faktor yang harus dilakukan *study* terlebih dahulu oleh *erection engineer* jauh sebelumnya sebelum kedatangan material baja di lapangan. Merupakan sesuatu hal yang normal apabila menerapkan kehati-hatian dalam perencanaan ereksi, umumnya termuat dalam suatu dokumen yang disebut prosedur ereksi. Dokumen tersebut menjelaskan segala hal mengenai ereksi termasuk penggunaan peralatan erksi, metode untuk supporting, dan sequence/urutan ereksinya sendiri. Perencanaan dalam menentukan metode ereksi tersebut akan sangat

⁸ Jhon.D.Keana, Steel Structures Painting Manual. Vol.2, SSPC, Ptsburgh, 1995

mempengaruhi biaya yang dikeluarkan, pemilihan metode ereksi akan sangat berpengaruh terhadap penyelesaian ereksi sendiri. Pada struktur tertentu diperlukan perencanaan yang lebih matang lagi untuk memastikan stabilisasi dari struktur selama pelaksanaan ereksi, untuk itu diperlukan hitungan tersendiri.

Bangunan –bangunan seperti pabrik, *warehouse*, *mall* dan bangunan yang tidak terlalu tinggi umumnya menggunakan *crawler crane*, *wheel crane*, ataupun *truck crane*. Pemilihan *equipment* yang akan digunakan berdasarkan kondisi lapangan. Berat dan jangkauan terberat dan ketersediaan alat harus menjadi pertimbangan utama. Pelaksanaan ereksi untuk struktur-struktur *frame* biasanya dilakukan dari satu sisi yang dilanjutkan ke sisi yang lainya. Lokasi tempat *crane* harus benar-benar sudah stabil, jika diperlukan dilakukan pemadatan terlebih dahulu atau menggunakan *crane mat* untuk menghindari terjadinya penurunan tanah, yang akan mengakibatkan kondisi tidak aman. Selain itu kondisi struktur pada saat sedang terjadinya proses ereksi harus dijamin kestabilanya. Pada ereksi *frame* yang jarak bentangnya panjang, sudah dipastikan proses fabrikasinya akan dilakukan terpisah untuk memudahkan dalam transportasi, hal ini akan sangat menjadi pertimbangan pada saat ereksi supaya pada saat ereksi beban-beban sendiri yang belum terdistribusi oleh *bracing* masih bisa ditahan, biasanya menggunakan *temporary support* ataupun menggunakan 2 *crane* sekaligus, pemilihan hal-hal seperti itu akan sangat mempengaruhi biaya dan *schedule* pekerjaan. Pada bangunan-bangunan berlantai banyak akan sangat efisien menggunakan *tower crane* atau *climbing crane*, pemilihanya sangat tergantung dari tinggi yang akan dicapai⁵.

Penggunaan peralatan ereksi yang mengakibatkan adanya penambahan beban struktur akibat peralatan ereksi harus diestimasi kekuatannya, walaupun tidak bisa ditahan oleh struktur maka harus dilakuakn penambahan *support* untuk menghindari terjadinya keruntuhan.

Urutan pemasangan komponen-komponen struktur pada bangunan bertingkat seperti kolom, balok, *bracing* sangat tergantung dari peralatan yang digunakan dan tipe dari strukturnya sendiri. Perencana harus memastikan semua

⁵ Thomas Schfly, Fabrication & Erection Steel Structure, AISC, Inc 1998, hall 2.17

komponen dapat terpasang tanpa mengganggu komponen lain yang sudah terpasang. Pemasangan sambungan, kelurusan balok, *verticality* dari kolom, pemasangan *temporary wire rope* dan *bracing* harus bebar-benar dijaga supaya struktur tetap stabil.

Apabila ada penyambungan dengan menggunakan las, bukan baut, maka prosedurnya akan berbeda dengan penyambungan dengan menggunakan baut. Dengan menggunakan las harus memperhitungkan faktor deformasi struktur akibat proses pemanasan pada saat pengelasan, proses penyusutan dipastikan akan terjadi setelah proses pengelasan, yang akan mempengaruhi geometri struktur, yang bisa menyebabkan struktur tidak lurus lagi. Untuk menghindari penyusutan, bagian sambungan harus diberi *gap* untuk menghindari pengurangan panjang akibat proses penyusutan atau dengan cara memberi tambahan panjang pada komponen yang akan di las, sehingga pada akhir proses penyusutan mendapatkan panjang yang sudah sesuai desain.

Tahapan akhir proses ereksi ialah pengecekan *final* dimesi, termasuk *plumbness* dari kolom, ataupun *allignment* dari *beam*. Toleransi dari penyimpangan yang diizinkan sudah diatur oleh standar seperti AISC.

2.2.4. Penyebab Dan Analisis Kegagalan Struktur Baja

Struktur baja banyak digunakan untuk berbagai fasilitas, sehingga kegagalan pada struktur baja dapat mengakibatkan bahaya pada manusia dan lingkungan sekitarnya, disamping secara ekonomis akan mengakibatkan kerugian. Pengertian kegagalan disini ialah kegagalan total ataupun kerusakan dan cacat yang bisa mengakibatkan kegagalan total yang terjadi pada struktur utama ataupun struktur pendukung. Faktor terpenting yang dapat mengurangi atau menghindari kegagalan struktur ialah pengetahuan tentang tetang struktur tersebut, baik itu pada proses desain, fabrikasi, erection, ataupun pemeliharaan.

Kemampuan untuk menganalisis penyebab kegagalan struktur tidak dapat dihasilkan tanpa mengerti tentang fungsi daripada struktur tersebut. Dari data-data kegagalan struktur sebelumnya dapat dipakai sebagai referensi untuk ke depannya,

sehingga tidak akan terulang lagi. Hal terpenting untuk menghindari kegagalan struktur secara preventif ialah⁹:

- a. Kecukupan koseptual mengenai kualitas dan *detail* desain yang baik
- b. Pemilihan material dan sambungan yang sesuai
- c. *Monitoring* secara professional pada tahap desain, fabrikasi, ereksi, dan komunikasi yang efektif antara kontraktor, perencana, dan pemilik.

2.2.4.1 Kesalahan Desain

Terjadinya kesalahan dalam desain struktur baja diakibatkan oleh beberapa faktor diantaranya dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Kesalahan dalam penentuan kosep desain dan penyusunan atau pengaturan dari struktur seperti ketidakcukupan faktor keamanan dalam stabilitas dimensi dan kekuatan strukturnya.
- b. Kesalahan pada dokumen/data desain dan ketidaksempurnaan dokumen/data *geology*, kekeliruan penentuan nilai dan lokasi efek pembebanan, serta pengabaian faktor pengaruh penting yang dapat mengakibatkan efek negatif pada struktur.
- c. Ketidaksempurnaan dalam kalkulasi dan pendimensian elemen struktur, pemilihan model kalkulasi yang tidak sesuai dengan perilaku *real* struktur dan fungsi dari pada system.
- d. Kesalahan dalam pemilihan material.
- e. Kesalahan dalam pendetailan konstruksi, ketidaksesuaian antara perhitungan struktural dan skema statis.
- f. Pengabaian dalam pemeliharaan dan proteksi terhadap karat.

Kira-kira sepertiga dari kegagalan yang ada diakibatkan karena kesalahan pada proses desain⁷. Metode desain dan kebutuhan untuk kalkulasi statika pada banyak kasus menjamin realibilitas dari struktur. Selain itu pengabaian beberapa faktor seperti *off center stress*, *off-joint loading* antar komponen struktur dan efek temperatur akan mengakibatkan kegagalan. Selain itu ketidaksempurnaan dalam

⁹ Zota agoc,jery jieoco,Joseph Vacant,Assesment and Refurbishment of SteelStructure,taylor & francis,2007,hal 27

penentuan data pembebanan yang benar. Banyak kesalahan yang berasal dari detail konstruksi yang tidak benar pada saat pembuatan *shop drawing*, serta ketidakcukupan komunikasi antara *desainer* dengan *fabricator*, sehingga banyak terjadi kesalahan pemahaman. Pada struktur yang kompleks, kesalahan sering terjadi apabila pemilihan skema kalkulasi yang tidak akurat dalam merefleksikan interaksi antar komponen *individu*.

2.2.4.2 Kesalahan Fabrikasi dan Ereksi

Cacat serius pada saat pelaksanaan fabrikasi termasuk diantaranya: kesalahan lokasi aksial pada elemen dengan geometri profil (*off center* pada sambungan akan mengakibatkan penambahan tegangan), ketidakcukupan kualitas dari pekerjaan penyambungan baik pada saat fabrikasi ataupun ereksi (kesalahan penyambungan komponen, kesalahan penggunaan teknologi pengelasan, ketidaksesuaian penambahan material), dan kesalahan dalam penggunaan material.

Ketidakcukupan kualitas dari pengelasan pada komponen seperti ukuran lasan, *porosity*, *undercut*, retak, penyusutan, penetrasi lasan yang tidak tembus, tidak menyatunya antara *base material* dengan lasan. Beberapa penyebabnya adalah persiapan pengelasan yang tidak baik seperti pembuatan *bevel*, ukuran gap, penggunaan elektroda yang tidak sesuai, welding mesin yang tidak memadai, *welder* yang kurang trampil, ataupun kurangnya *preheating* untuk material dengan ketebalan tertentu.

Cacat pada saat fabrikasi dapat juga disebabkan karena metode fabrikasi. Prosedur ereksi harus memastikan stabilitas dan keamanan daripada struktur yang akan direksi. Tidak ada *elemen*, sambungan atau bagian lain terjadi *overload* pada saat ereksi. Perhitungan tegangan material pada saat ereksi harus dilakukan untuk menghindari kegagalan. Umumnya kesalahan ereksi adalah sebagai berikut⁷:

- a. Kesalahan prosedur ereksi yang mengakibatkan struktur tidak stabil pada saat ereksi.

⁷ Zota agoc,jery jieoco,Joseph Vacant,Assesment and Refurbishment of SteelStructure,taylor&francis,2007 ha98

- b. Kesalahan dalam penyambungan antar komponen
- c. *Alignment* struktur diluar toleransi standar.

Apabila pelaksanaan ereksi yang lama harus dipertimbangkan kondisi cuaca seperti hujan atau angin yang bisa mengakibatkan keruntuhan pada struktur yang masih dalam tahap ereksi.

2.3 PROYEK EPC

Proyek EPC ialah suatu proyek dimana kontraktor mengerjakan proyek dengan ruang lingkup tanggungjawab penyelesaian pekerjaan meliputi studi desain, pengadaan material, dan konstruksi, serta perencanaan dari ketiga aktifitas tersebut¹. Dalam perkembangannya untuk proyek-proyek tertentu skop pekerjaannya sampai pengetesan suatu system atau disebut *commissioning*, sehingga istilah atau peningkatanyapun menjadi EPCC. Keuntungan yang diperoleh dari proyek dengan skema EPC ialah pekerjaan dapat dilaksanakan secara terintegritas, pekerjaan konstruksi sudah dapat dipersiapkan sejak tahap awal yaitu pada tahap desain (*engineering*), kontraktor dapat melakukan inovasi tertentu yang dapat mempercepat penyelesaian, peningkatan mutu dari hasil pekerjaan, ataupun melakukan inovasi untuk suatu penghematan dengan melakukan studi desain. Selain itu pemilik akan lebih mudah untuk memantau pekerjaan karena pekerjaan menjadi satu paket pekerjaan oleh kontraktor.

2.3.1 Skema Kontrak EPC

Skema pelaksanaan kontrak EPC seperti terlihat pada ilustrasi/*chart gambar 2.2*. Ilustrasi/*chart* ini merupakan suatu ketentuan/referensi dari FIDIC (*Federation Internationale des Ingenieurs-Conseiles*) yang bukan merupakan satu pertimbangan dalam menginterpretasikan kondisi kontrak yang ada pada pasal-pasal FIDIC.

Tahapan aktifitas proyek dengan skema kontrak EPC diawali dengan periode tender/ proposal melalui pengumuman secara terbuka, jangka waktu untuk proses ini selama 28 hari menurut standar FIDIC dari pengumuman tender sampai pengumuman hasil kualifikasi. Diperlukan waktu maksimum 28 hari setelah penandatanganan kontrak dengan pengiriman *performance bond* oleh pihak

kontraktor sebagai jaminan pelaksanaan pekerjaan. Berikutnya ialah penentuan *effective date* untuk pelaksanaan pekerjaan, hitungan schedule pelaksanaan pekerjaan mulai dihitung pada saat ini. Umumnya waktu untuk pelaksanaan pekerjaan dibagi menjadi waktu pelaksanaan desain dan konstruksi yang dilanjutkan dengan pekerjaan *commissioning (test completion)*, pada saat ini pihak *owner* mengeluarkan *certificate of completion* yang menyatakan bahwa semua peralatan sudah terpasang atau sistem sudah bisa dites, jika terjadi permasalahan dengan hasil pengetesan maka pihak kontraktor berkewajiban melakukan perbaikan. Setelah sistem sudah berjalan sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan, maka pihak *owner* akan mengeluarkan *certificate of acceptance* yang menyatakan bahwa sistem sudah berjalan dengan baik dan siap dipakai untuk produksi.

Alur pekerjaan EPC dimulai dari aktivitas desain (*engineering*) yaitu yang diawali proses desain dasar/awal (*basic desain*) suatu proyek dengan menentukan *konseptual desain*, beberapa kondisi memerlukan lisensi dari pemilik teknologi perkerajaan, dari konsep desain tersebut dilakukan optimisasi dari diagram alir proses yang dilanjutkan dengan pengembangan suatu *plot plan*. Kegiatan pengadaan (*procurement*) meliputi kegiatan pembelian, ekspedisi, transportasi dan inspeksi serta pengendalian mutu untuk semua material dan peralatan industri yang dibelinya, selanjutnya ialah proses penyimpanan dan pengaturan keluar dan masuknya material dari *warehouse* ke lokasi proyek. Proses pelaksanaan konstruksi dibagi menjadi dua skema yaitu dengan cara pekerjaan dilaksanakan sendiri oleh kontraktor atau pekerjaannya disubkan ke sub kontraktor.

2.3.2 Ketentuan Umum Kontrak EPC

Umumnya proyek – proyek EPC mengacu pada ketentuan yang telah diatur oleh *Federation Internationale des Ingenieurs-Conseillers* (FIDIC), terutama pada proyek-proyek yang didanai oleh lembaga pembiayaan internasional seperti Bank Dunia, ADB ataupun oleh investor swasta internasional.

Pada proyek EPC pihak kontraktor mempunyai kewenangan yang lebih luas jika dibandingkan dengan kontraktor pada umumnya, beberapa hal yang

menjadi ketentuan yang harus dilakukan oleh kontraktor EPC adalah sebagai berikut:

2.3.2.1. Kewajiban Umum Kontraktor¹⁰

Kontraktor harus mendesain dan melaksanakan pekerjaan sesuai dengan kontrak yang sudah disepakati, memperbaiki pekerjaan apabila terjadi kesalahan atau cacat pada suatu pekerjaan. Kontraktor harus bertanggung jawab terhadap ketersediaan atau kecukupan, kestabilan, dan keselamatan kerja pada saat pelaksanaan pekerjaan di *site*, metode konstruksi, dan berbagai hal yang menyangkut pekerjaan lainnya.

Kontraktor harus membuat *detail* perencanaan dari semua metode yang diajukan untuk semua pekerjaan yang akan dilaksanakan. Tidak ada perubahan yang signifikan pada semua perencanaan dan metode yang sudah disetujui, tanpa sepengetahuan sebelumnya oleh pihak pemberi tugas (*employer*).

Kontraktor harus menunjuk orang untuk mewakilinya (*contractor's representative*) dan memberikan otoritas penuh kepadanya untuk mengambil suatu keputusan atas nama kontraktor. Orang yang ditunjuk oleh kontraktor untuk mewakilinya harus mendapatkan persetujuan dari pihak pemberi tugas (*employer*). Apabila ada penggantian orang yang ditunjuk, kontraktor harus mengajukan penggantian kepada pihak pemberi tugas (*employer*). *Contractor's representative* bisa mendelegasikan tugas-tugasnya kepada stafnya yang mempunyai kompetensi

Kontraktor tidak boleh mensubkontrakan semua pekerjaan kepada pihak subkontraktor. Kontraktor harus bertanggung jawab atas semua pekerjaan atau kesalahan subkontraktor. Kontraktor harus memberitahukan kepada pihak owner mengenai penunjukan subkontraktor yang melaksanakan beberapa bagian pekerjaan lengkap dengan pengalaman kerja subkontraktor.

Kontraktor harus bertanggungjawab terhadap keselamatan kerja, sesuai dengan prosedur keselamatan kerja seperti;

- Sesuai dengan peraturan keselamatan kerja yang berlaku.
- Peduli terhadap keselamatan kerja pada semua pekerja.

¹⁰ Condition of Contract for EPC Turnkey Project, FIDIC1999

- Menggunakan usaha-usaha yang layak untuk menghindari hal-hal yang membahayakan pekerja.
- Menyediakan pagar pengaman, penerangan, pengamanan dan pengawasan sampai pekerjaan selesai.
- Menyediakan temporary facility sebagai fasilitas pembantu untuk menyelesaikan pekerjaan

Kontraktor harus membentuk system jaminan kualitas yang sesuai dengan dokumen kontrak. Semua dokumen/prosedur mengenai kualitas harus diinformasikan kepada pihak pemberi tugas (*employer*) sebelum pelaksanaan pekerjaan.

Kecuali tertulis dikontrak, nilai dari kontrak telah mencakup obligasi kontraktor (termasuk jumlah yang sifatnya sementara jika ada), dan semua hal harus sesuai dengan desain yang baik, pelaksanaan, penyelesaian pekerjaan dan perbaikan kesalahan/cacat jika ada.

Kontraktor harus mempunyai informasi-informasi yang dianggap perlu seperti: resiko ketidakpastian dan keadaan lain yang akan mempengaruhi terhadap pekerjaan. Dengan ditandatanganinya kontrak, kontraktor menerima tanggungjawab penuh untuk semua hal-hal tersebut. Nilai kontrak tidak bisa disesuaikan lagi karena masalah tersebut, kecuali ada ketentuan lain didalam kontrak.

Jika tidak ditentukan lain, kontraktor harus mempersiapkan laporan progress bulanan, dan dikirim ke pihak pemberi tugas (*employer*). Laporan bulanan harus kontinyu sampai pekerjaan selesai. Setiap laporan bulanan harus mencakup:

- *Chart* dan detail deskripsi dari progress pekerjaan, termasuk tahapan dari desain, dokumen-dokumen kontraktor, pengadaan barang (*procurement*), fabrikasi/*manufaktur*, pengiriman barang-barang ke *site*, konstruksi, ereksi, testing/ *commissioning*.
- Foto-foto yang memperlihatkan status dari proses fabrikasi/*manufacturing* dan *progress* di *site*.
- Untuk *item-item* tertentu, nama dari *fabricator / manufakture*, lokasi, persentase *progress actual* dan rencana selesai pekerjaan harus mencakup

persiapan fabrikasi/manufaktur, inspeksi dari kontraktor, *test*, dan pengiriman, serta kedatangan di *site*.

- Laporan dari status personal dan peralatan.
- Laporan dari *quality assurance* dan hasil pengetesan.
- Statistik dari status keselamatan kerja (*safety*).
- Perbandingan antara actual dan rencana *progress*

2.3.2.2 Kewajiban Umum Pemberi Tugas (*Employer*)⁸

Pemberi tugas (*Employer*) harus memberi akses kepada kontraktor dan memberikan hak kepemilikan semua bagian yang ada di site dalam jangka waktu tertentu sesuai dengan persetujuan kontrak. Apabila dalam jangka waktu yang telah ditentukan, ternyata kontraktor mengalami keterlambatan, maka kontraktor harus memberikan *notice* kepada pihak pemberi tugas (*Employer*). Hal-hal mengenai keterlambatan kontraktor akan diatur sesuai dengan sub-clause 20.1 (FIDIC).

Pemberi tugas (*Employer*) harus membantu kontraktor dalam hal perizinan, lisensi dan memberikan persetujuan. Pemberi tugas harus bertanggungjawab dalam memastikan koordinasi antara personal kontraktor, personal *employer*, dan personal kontraktor lain.

Pemberi tugas harus mengirimkan permintaan kontraktor mengenai pembayaran tagihan kontraktor dalam jangka waktu 42 hari setelah penerimaan permintaan. Pembayaran nilai kontrak telah diatur sesuai dengan clause 14 (FIDIC). Penagihan kontraktor harus dilengkapi dengan bukti-bukti (dokumen-dokumen) seperti yang dipersyaratkan.

Pemberi tugas (*Employer*) harus menunjuk orang yang akan menjadi perwakilan dari *employer*. Penunjukannya harus diinformasikan kepada pihak kontraktor, termasuk mengenai nama, alamat, dan kewenangannya. Jika tidak ditentukan lain dalam kontrak, *Employer representative* mempunyai otoritas yang penuh dari *employer*, kecuali hal-hal yang tercantum dalam *clause* 15 (FIDIC). Apabila ada pergantian, harus diinformasikan kepada pihak kontraktor tidak lebih dari 14 hari sebelum pergantian.

⁸ Condition of Contract for EPC Turnkey Project, FIDIC 1999

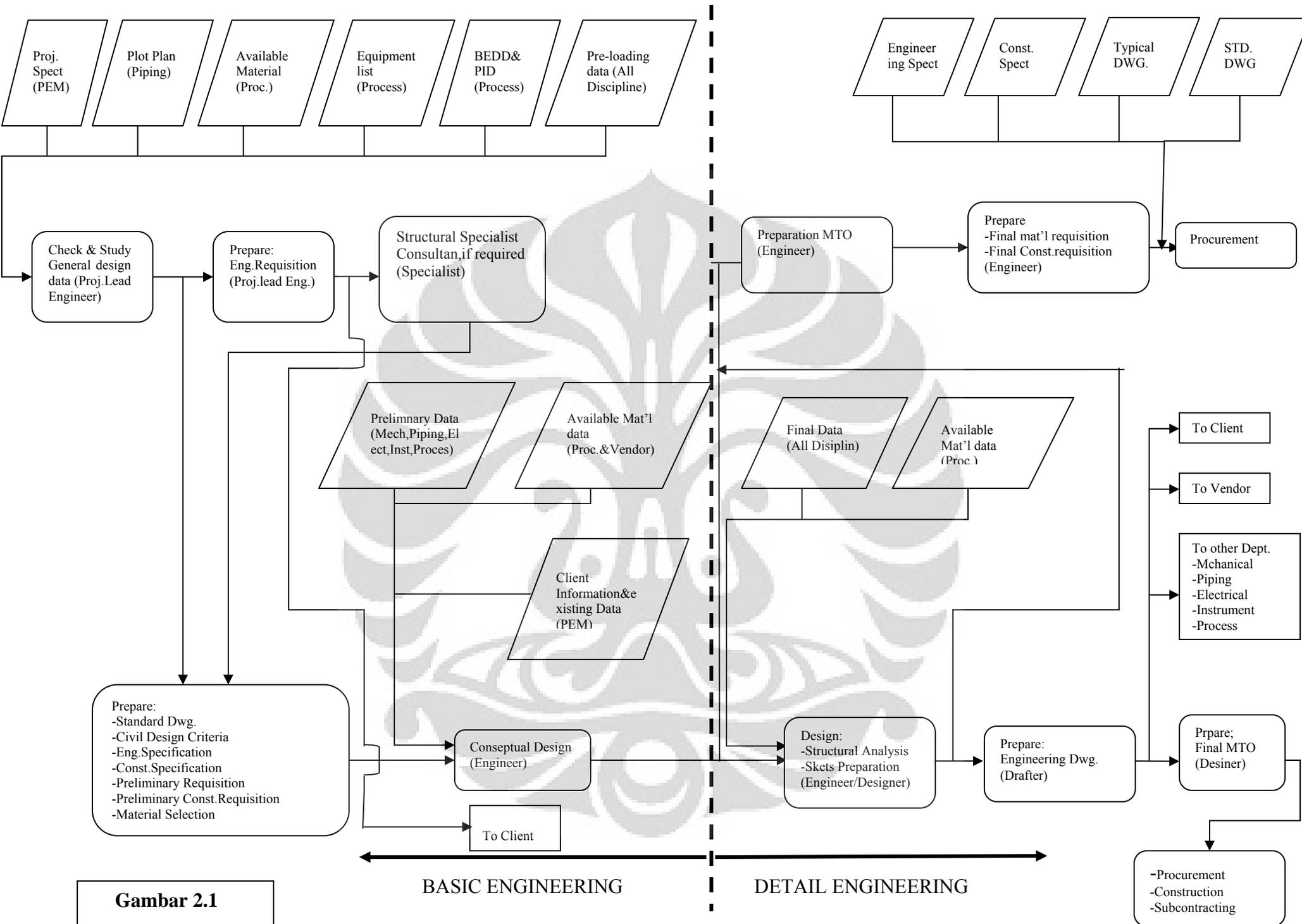
Employer berhak mengeluarkan instruksi jika diperlukan berkaitan dengan eksekusi pekerjaan dan perbaikan pekerjaan sesuai dengan kontrak. Instruksi harus tertulis disampaikan kepada pihak kontraktor, pihak kontraktor harus merespon instruksi dari pihak employer.

Apabila terjadi determinasi, *employer* harus memprosesnya sesuai dengan *sub-clause* 3.5 (FIDIC) untuk menyetujui atau menentukan permasalahannya. *Employer* harus berkonsultasi juga dengan kontraktor untuk mencoba mencapai persetujuan. Apabila persetujuan tidak bisa dicapai juga. *Employer* harus membuat determinasi yang adil, sesuai dengan kontrak. *Employer* harus memberikan memo kepada kontraktor setiap ada persetujuan atau determinasi sesuai dengan clause 20/FIDIC (*claim, disputes, and arbitration*).

2.4 KESIMPULAN

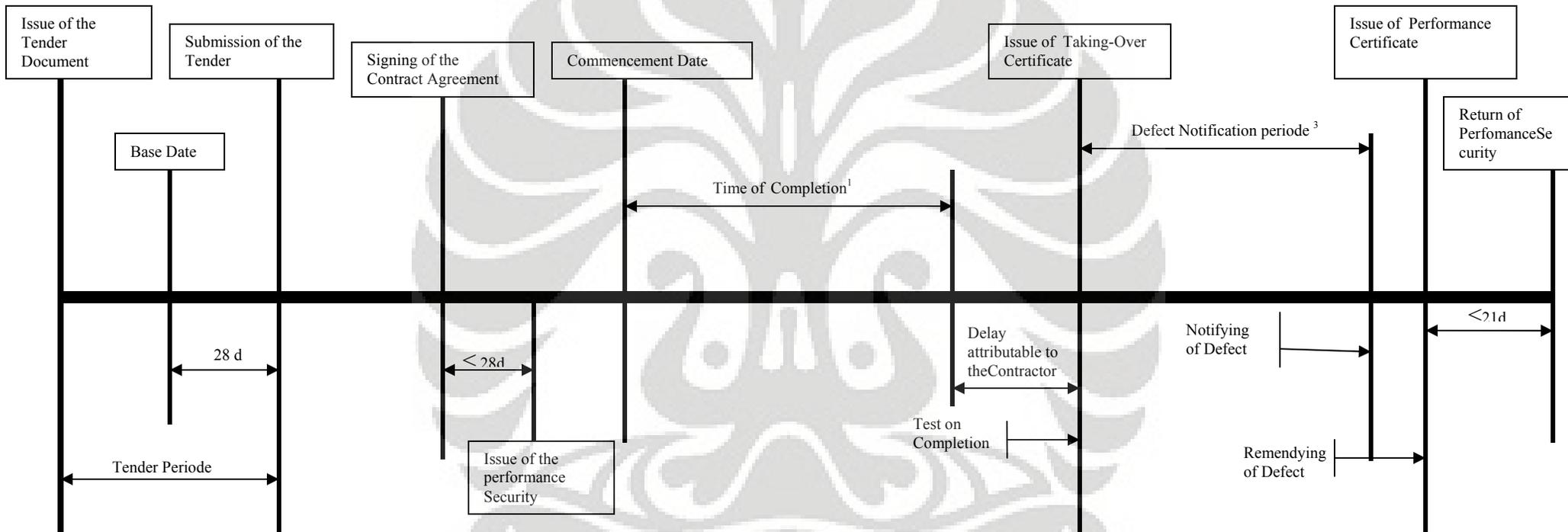
Proses desain struktur baja pada proyek EPC melibatkan beberapa pihak, artinya *engineering civil* mendapatkan data desain dari *engineering* lain yang memerlukan fasilitas *structural* sebagai tempat meletakkan *equipment* ataupun *installation*. Koordinasi yang intensive guna menghindari kesalahan desain mutlak diperlukan. Data-data teknis dari departemen lain harus akurat sebelum dipakai sebagai data input pada proses desain pada disiplin lain.

Begitu halnya koordinasi antara lintas divisi/departemen, antara *engineering, procurement* dan *construction*. Setelah desain dari *engineering* selesai, divisi *procurement* melakukan tender untuk menentukan *fabricator* dan *erector* nya, pada saat ini pun pihak *engineering* perlu dilibatkan untuk melakukan *technical bid evaluation* terhadap subkontraktor. Selanjutnya dilaksanakan proses konstruksi, divisi *construction* mempunyai kewenangan penuh dalam hal ini, mereka yang bertanggung jawab terhadap *schedule* pekerjaan ataupun *cost*.



Gambar 2.1

TAHAPAN AKTIFITAS PADA PROYEK DENGAN SISTEM KONTRAK EPC⁸



Gambar 2.2

⁸Condition of Contract for EPC Turnkey Project, FIDIC1999

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. PENDAHULUAN

Penelitian ini diawali dengan ditemukannya fakta di lapangan bahwa telah terjadi banyak perubahan desain struktur baja pada proyek Pembangunan Pabrik Pupuk *Ammonia-Urea* Kujang 1B dengan kontrak EPC (*Engineering, Procurement, & Construction*). Perubahan desain tersebut terjadi pada tahap konstruksi yang mengakibatkan dampak terhadap jadwal penyelesaian proyek, biaya proyek, dan kualitas dari pekerjaan tersebut secara keseluruhan. Dari data lapangan tersebut akan dianalisa lebih lanjut untuk mengetahui jenis dari kesalahan atau perubahan dominan dan faktor- faktor yang mejadi alasan teknis terjadinya perubahan desain tersebut. Studi pustaka akan dilakukan untuk menentukan variabel acuan (*bench marking variable*) pada penelitian ini, sehingga akan terlihat relevansi antara hasil analisis data lapangan dengan hasil kajian literatur. Hasil analisis tersebut akan diverifikasi oleh beberapa pakar mengenai masalah tersebut.

3.2. KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS

Penelitian ini akan difokuskan pada identifikasi jenis kesalahan atau perubahan desain struktur baja dan faktor- faktor yang mejadi alasan teknis terjadinya perubahan desain tersebut pada proyek EPC dengan menggunakan data proyek yang telah selesai, yaitu pada pembangunan pabrik pupuk *ammonia-urea* yang berlokasi di Cikampek-Jawa Barat. Hasil identifikasi tersebut bisa dijadikan

sebagai umpan balik atau masukan untuk peningkatan proses secara terus menerus (*continuity improvement*) seperti yang dipersyaratkan oleh sistem manajemen mutu berdasarkan ISO 9001:2000.

Dengan banyaknya perubahan desain struktur baja yang terjadi pada tahap konstruksi dan banyaknya variasi penyebab, sudah dipastikan akan mengakibatkan dampak terhadap jadwal penyelesaian proyek, biaya proyek, dan kualitas daripada pekerjaan tersebut secara keseluruhan. Variasi penyebab perubahan dan jenis perubahan tersebut akan dijadikan sebagai variabel dari penelitian ini.

Detail daripada kasus-kasus perubahan desain struktur baja pada proyek yang ditinjau dapat dilihat pada [Lampiran 1](#). Penyebab perubahan-perubahan diatas akan mengakibatkan efek berantai, dikarenakan proyek EPC merupakan proyek yang kompleks (multi disiplin), merupakan proyek yang secara total bertanggung jawab dari proses desain sampai pada tahap eksekusi⁸. Kesalahan yang terjadi pada satu bidang (disiplin) akan mengakibatkan kesalahan pada bidang lainnya. Artinya deviasi/penyimpangan atau perubahan pada satu bidang/disiplin akan mengakibatkan perubahan pada bidang/disiplin lain. Proyek EPC dikatakan proyek yang kompleks dikarenakan pada proyek ini melibatkan beberapa bidang (disiplin) diantaranya ialah disiplin *civil*, mesin (*mechanical*), *piping* (pemipaan), elektro (*electrical*), *Instrument* (sistem kontrol), dan proses (kimia). Semua bidang (disiplin) tersebut saling berhubungan/tidak berdiri sendiri, sehingga apabila terjadi kesalahan atau perubahan pada satu bidang akan mengakibatkan kesalahan atau perubahan pada bidang lain. Begitu halnya dengan perubahan desain pada struktur baja yang mempunyai fungsi sebagai fasilitas struktur untuk penopang dari alat-alat produksi (pipa-pipa, bejana tekan, *reactor*, tangki, kabel-kabel *power / control*, panel, dll), akan mengakibatkan perubahan desain pada bidang lain, dan berlaku sebaliknya, perubahan pada bidang lain yang berhubungan dengan struktur baja akan mengakibatkan perubahan pada struktur bajanya sendiri. Artinya dampak dari perubahan pada satu bidang resikonya akan terakumulasi pada bidang lain.

⁸ Condition of Contract for EPC Turnkey Project, FIDIC 1999

Dari data proyek yang sudah terkumpul akan dianalisis statistik yang kemudian akan diproses menjadi informasi yang berguna untuk pengambilan suatu keputusan. Diharapkan pada proyek berikutnya kesalahan-kesalahan tersebut bisa diminimalkan atau bahkan dihilangkan.

Informasi-informasi dari penelitian ini bisa dijadikan sebagai umpan balik/masukan pada pembuatan suatu prosedur kerja baru ataupun perbaikan pada prosedur kerja yang sudah ada, baik itu prosedur untuk desain (*engineering*), prosedur konstruksi (fabrikasi, ereksi), prosedur QA/QC, ataupun prosedur pengadaan (*procurement*).

Dari data-data proyek yang terkumpul, studi literatur, hasil interview dengan pihak-pihak yang terlibat dan kerangka pemikiran diatas, dapat diambil kesimpulan awal (hipotesis) sebagai berikut.

“Dengan melakukan identifikasi jenis kesalahan desain struktur baja maka dapat diketahui penyebab terjadinya kesalahan tersebut”

3.3 PERTANYAAN DAN PEMILIHAN METODE PENELITIAN

Dari kerangka pemikiran dan hipotesis yang disebutkan diatas, maka muncul pertanyaan penelitian, dari pertanyaan penelitian tersebut menentukan metode penelitian yang sesuai dengan pertanyaan penelitian tersebut.

3.3.1 Pertanyaan Penelitian

Dengan kesimpulan awal tersebut, muncul pertanyaan penelitian untuk tahap penelitian lebih lanjut yaitu:

1. Jenis kesalahan desain apa saja yang sering terjadi ?
2. Alasan - alasan teknis apa yang menjadi penyebab terjadinya kesalahan desain struktur baja tersebut ?

3.3.2 Pemilihan Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode studi kasus pada proyek pembangunan pabrik pupuk *ammonia – urea* di Cikampek Jawa Barat, yang dikerjakan oleh kontraktor EPC.

Analisa penelitian akan menggunakan data-data proyek yang telah diselesaikan pada akhir tahun 2006. Data yang dipakai pada penelitian ini diambil dari dokumen-dokumen proyek tersebut. Dokumen perubahan-perubahan desain struktur baja diambil dari suatu prosedur kerja yang disebut *Field Engineering Instruction (FEI)* ataupun *Field Engineering Sketch (FES)* yang dikeluarkan oleh departemen *engineering* yang berisi perubahan-perubahan yang harus dikerjakan serta alasan-alasan perubahan-perubahan tersebut, data-data yang sudah tervalidasi oleh pihak-pihak berwenang tersebut dan data dari kajian literatur akan dijadikan sebagai dasar penentuan instrumen penelitian ini.

Data tersebut akan dijadikan data untuk pembuatan kuesioner yang akan disebar kepada responden yang terlibat pada proyek yang ditinjau atau pada responden yang berkecimpung pada proyek lain yang sejenis, sehingga diharapkan didapatkan data yang cukup mewakili. Dari data tersebut akan dianalisis dengan analisis statistik deskriptif untuk mendapatkan gambaran tentang jenis perubahan dominan dan penyebab perubahan-perubahan desain struktur baja, sehingga hasil analisisnya mudah dipahami. Statistik deskriptif itu sendiri merupakan cabang dari statistik yang berhubungan dengan penggambaran atau peringkasan data penelitian sehingga data tersebut mudah dipahami, penggambaran data ini berguna untuk memberikan petunjuk yang lebih baik atas data penelitian.⁹ Pengolahan data akan menggunakan *software* SPSS versi 13.

3.4 KERANGKA METODE PENELITIAN

⁹ Dr.Purbayu B. Santoso, Analisis Statistik Dengan MS Exel ,(2005),hal 19

Tahapan-tahapan yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat digambarkan pada diagram alir [gambar 3.1](#). Diawali dengan teridentifikasinya banyaknya kesalahan atau perubahan desain struktur baja pada proyek pembangunan pabrik pupuk *ammonia* dan *urea*.

3.4.1 Proses Penelitian

Seperti terlihat pada [gambar 3.1](#) proses penelitian diawali dengan hasil identifikasi masalah yang berasal dari data proyek, yaitu ditemukannya banyaknya kesalahn desain struktur baja yang terjadi pada tahap kontruksi.

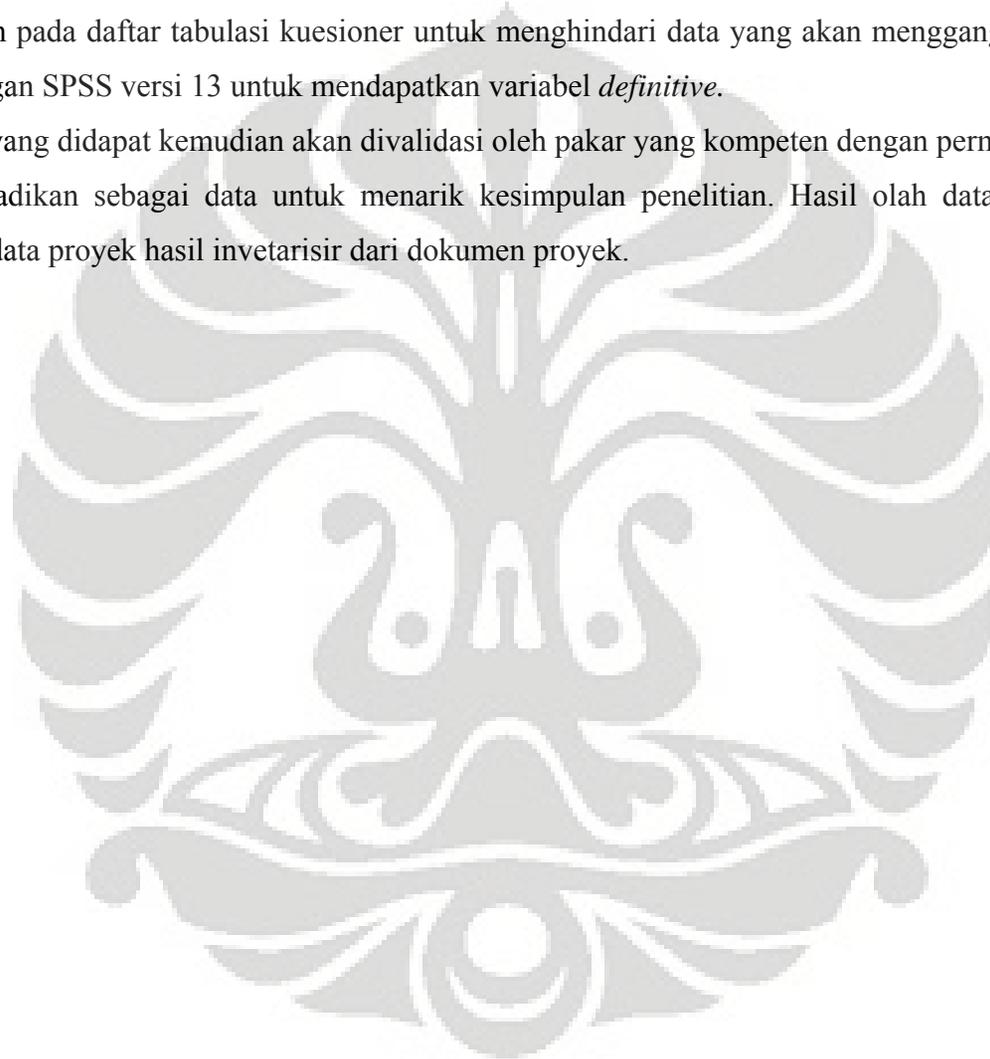
Dari permasalahan tersebut dikaitkan langsung dengan studi literatur dari buku yang berjudul *Assesment and Refurbishment of Steel Structure* karangan *Zoltan agocs, jerzy zioko, Josef vican & jan broniasky*, penerbit *taylor and prancis*, paris- 2007. Dari kajian literatur tersebut dapat teridentifikasi variabel jenis kesalahn yang sering terjadi.

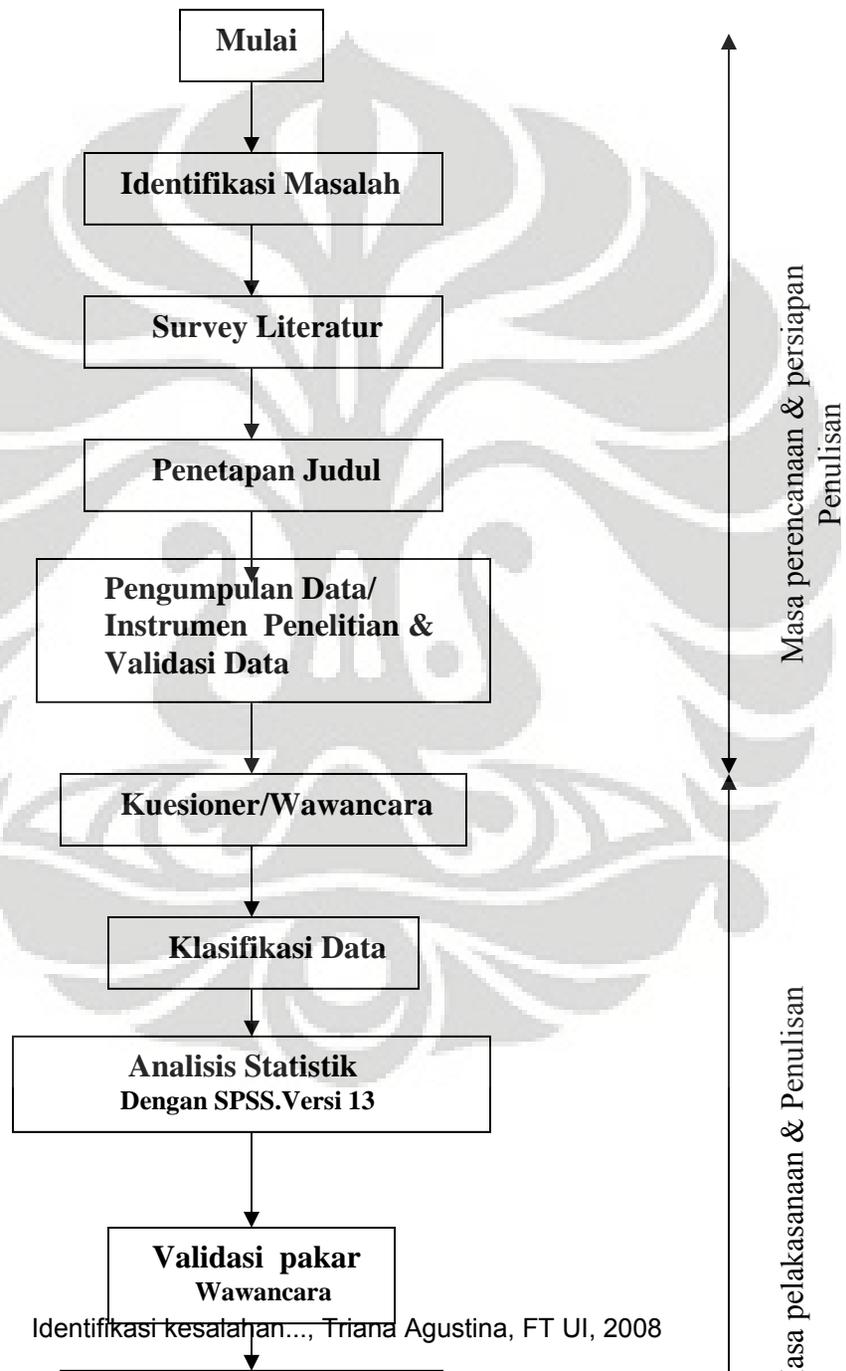
Dari hasil kajian literatur dan data yang diperoleh dari proyek,ditentukan judul dari penelitian. Penentuan judul ini sangat erat kaitanya dengan permasalahan yang menjadi obyek penelitian ini yaitu ; “ **Identifikasi kesalahan utama desain struktur baja pada proyek EPC**”.

Proses selanjutnya ialah pengumpulan data yang berasal dari data proyek dan kajian literatur. Data tersebut akan dijadikan sebagai dasar penentuan kuesioner sebagai *instrument* penelitian ini. *Instrument* penelitian ini akan divalidasi pakar terlebih dahulu sebelum disebar ke responden. Penyebaran kuesioner kepada responden yang terlibat langsung dengan proyek yang ditinjau. Penyebaran dilakukan ke setiap departemen yang berhubungan langsung dengan desain struktur baja yaitu *engineering, construction, quality control, procurement*, dan *project control*.

Kuesioner yang telah kembali kemudian di klasifikasikan dengan membuat tabulasi data kuesioner. Kuesioner yang dianggap tidak *valid* tidak dimasukkan pada daftar tabulasi kuesioner untuk menghindari data yang akan mengganggu hasil olah data. Data hasil klasifikasi akan diolah dengan SPSS versi 13 untuk mendapatkan variabel *definitive*.

Variabel *definitive* yang didapat kemudian akan divalidasi oleh pakar yang kompeten dengan permasalahan tersebut. Data yang sudah tervalidasi akan dijadikan sebagai data untuk menarik kesimpulan penelitian. Hasil olah data akan dibandingkan dengan variabel yang didapat dari data proyek hasil inventarisir dari dokumen proyek.





3.4.2 Variabel Penelitian

Gambar 3.1
Diagram Alir Penelitian¹⁸

¹⁸ DR.Haryo Kuncoro,SE,Msi, *Statistik Deskriptif*,
(Jakarta:Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi
Universitas Indonesia,2008)

Seperti yang telah disebutkan diatas, variabel penelitian berasal dari dua sumber yaitu data proyek dan kajian literatur. Setelah melalui proses klasifikasi dan validasi dihasilkan variabel penelitian penelitian untuk jenis kesalahan desain struktur baja

adalah seperti terlihat pada [tabel 3.1](#) dibawah ini.

Tabel 3.1
Variabel Jenis Kesalah Desain Struktur Baja

NO	URAIAN	ACUAN
	Variabel bebas	
A	Aspek Teknis Non Desain Kalkulasi	
X1	Modifikasi braching	Data proyek
X2	Penambahan braching	Data proyek
X3	Penambahan rib plate	Data proyek
X4	Perubahan jarak kolom	Data proyek
X5	Modifikasi kolom	Data proyek
X6	Perubahan jarak anchor bolt	Data proyek
X7	Penggantian anchor bolt	Data proyek
X8	Modifikasi type sambungan	Data

		proyek,Literatur
X9	Modifikasi beam	Data proyek
X10	Pelepasan beam	Data proyek
X11	Penambahan beam	Data proyek
X12	Perubahan elevasi beam	Data proyek
X13	Penambahan insert plate	Data proyek
X14	Perubahan elevasi insert plate	Data proyek
X15	Penambahan gusset plate	Data proyek
X16	Modifikasi base plate	Data proyek
X17	Penambahan base plate	Data proyek
X18	Penambahan end plate	Data proyek
X19	Penambahan splice connection	Data proyek,Literatur
X20	Penambahan joist	Data proyek
X21	Modifikasi tangga	Data proyek
NO	URAIAN	ACUAN
X22	Penambahan tangga	Data proyek
X23	Modifikasi handrail	Data proyek
X24	Penambahan pipe support	Data proyek
X25	Modifikasi temporary support	Data proyek
X26	Modifikasi permanen support	Data proyek

X27	Penambahan temporary support	Data proyek
X28	Modifikasi girt	Data proyek
X29	Penambahan plateform	Data proyek
X30	Modifikasi roofing & sidding	Data proyek
X31	Modifikasi rail way	Data proyek
X32	Penambahan lifting lug	Data proyek
X33	Metode kerja erection	Data proyek,Literatur
X34	Modifikasi gusset plate	Data proyek
X35	Pembuatan gambar kerja	Data proyek,Literatur
B	Aspek Teknis Desain Kalkulasi	
X36	Kesalahan desain kalkulasi	Data proyek,Literatur
	Variabel terikat	
Y1	Probabilitas dominasi jenis kesalahan/perubahan desain struktur baja	Hasil identifikasi

Variabel penelitian untuk pertanyaan kedua mengenai penyebab terjadinya kesalah desain adalah terlihat pada [tabel 3.2](#) berikut ini.

Tabel 3.2
Variabel Penyebab Teknis Terjadinya Kesalahan Desain

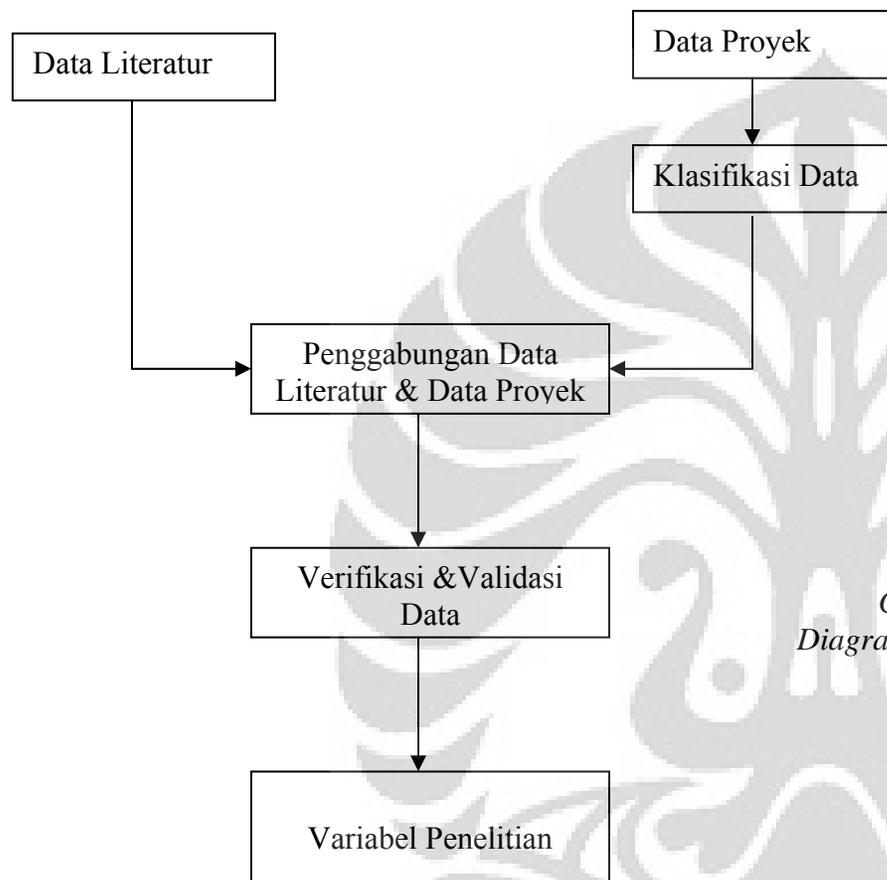
NO	KESALAHAN	ACUAN
----	-----------	-------

A	Variabel bebas	
X1	Kesalahan engineering piping	Data Proyek/Literatur
X2	Kesalahan engineering mechanical	Data Proyek/Literatur
X3	Kesalahan engineering electrical	Data Proyek/Literatur
X4	Kesalahan engineering instrument	Data Proyek/Literatur
NO	KESALAHAN	ACUAN
X5	Kesalahan engineering civil	Data Proyek/Literatur
X6	Permintaan owner	Data Proyek
X7	Permintaan licensor	Data Proyek
X8	Kesalahan erection	Data Proyek/Literatur
X9	Metode kerja	Data Proyek/Literatur
X10	Kesalahan fabrikasi	Data Proyek
B	Variabel Terikat	
Y1	Probabilitas dominasi alasan teknis terjadinya kesalahan/perubahan desain	Hasil Identifikasi

3.5 METODE PENGUMPULAN DATA

Proses pengumpulan data yang akan dijadikan sebagai variabel penelitian adalah seperti terlihat pada [gambar 3.2](#) dibawah ini¹⁸.

¹⁸ DR.Haryo Kuncoro,SE,Msi, *Statistik Deskriptif*, (Jakarta:Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia,2008)



Gambar 3.2
Diagram Alir Penentuan

Seperti disebutkan diawal bahwa variabel penelitian berasal dari data proyek dan data dari kajian literatur. Variabel dari hasil kajian literatur yang berasal dari buku yang berjudul *Assesment and Refurbishment of Steel Structure* karangan Zoltan agocs, jerzy zioko, Josef vican & jan broniasky, penerbit taylor and prancis, tahun 2007, dapat terlihat pada [tabel 3.3](#) dibawah ini

Tabel 3.3

Data Literatur Jenis Kesalahan Desain

NO	VARIABEL	SUMBER
A. Aspek Teknis Desain Kalkulasi		
1	Penentuan konseptual desain	Literatur
2	Penentuan data desain	Literatur
3	Penentuan modelisasi perhitungan	Literatur
4	Pemilihan material	Literatur
5	Penentuan type profil/geometri material	Literatur
6	Penentuan data pembebanan	Literatur
7	Penentuan beban sambungan & efek temperatur	Literatur
8	Penentuan lokasi aksial terhadap geometri profil	Literatur
9	Sistem/type penyambungan	Literatur
B. Aspek Teknis Non Desain Kalkulasi		
10	Pendetailan (transformasi dari hasil hitungan ke gambar)	Literatur
11	Pembuatan gambar kerja	Literatur
12	Metode fabrikasi dan ereksi	Literatur
13	Kualitas dari sambungan	Literatur
14	Pemasngan tidak lurus (<i>alignment</i>)	Literatur
15	Proteksi terhadap karat	Literatur

Data hasil inventarisir dari dokumen proyek yang sudah divalidasi sampai menjadi variabel penelitian dapat dilihat pada lampiran 1 sampai 7. Dari data proyek (*area ammonia*), yang teridentifikasi kemudian dibuatkan daftar perubahan desain yang berjumlah 99 item perubahan (lampiran 1). *Area ammonia* merupakan salah satu area dari tiga area yang ada pada pabrik pupuk *ammonia-urea*. Dari daftar tersebut kemudian disusun kembali berdasarkan kesamaan dari setiap nomor item perubahan, setiap item perubahan yang sama kemudian diberi nomor item perubahan desain struktur baja yang akan dijadikan sebagai variabel penelitian yang berasal dari data proyek guna mencari faktor dominan jenis perubahan desain struktur baja, variabel jenis kesalahan desain yang berasal dari data proyek adalah seperti terlihat pada tabel 3.4 atau (lampiran 2).

Tabel 3.4
Data Proyek Jenis Kesalahan Desain

No	Jenis Perubahan	Sumber
1	Modifikasi bracing & gusset plate	Data Proyek (FEI/FS)
2	Penambahan bracing & gusset plate	Data Proyek (FEI/FS)
3	Penambahan rib plate	Data Proyek (FEI/FS)
4	Perubahan jarak kolom	Data Proyek (FEI/FS)
5	Modifikasi kolom	Data Proyek (FEI/FS)
6	Perubahan jarak anchor bolt	Data Proyek (FEI/FS)
7	Penggantian anchor bolt	Data Proyek (FEI/FS)
8	Modifikasi type sambungan	Data Proyek (FEI/FS)
9	Modifikasi beam dan gusset plate	Data Proyek (FEI/FS)
10	Pelepasan beam	Data Proyek (FEI/FS)

11	Penambahan beam	Data Proyek (FEI/FS)
12	Perubahan elevasi beam	Data Proyek (FEI/FS)
13	Penambahan insert plate	Data Proyek (FEI/FS)
14	Perubahan elevasi insert plate	Data Proyek (FEI/FS)
15	Penambahan gusset plate	Data Proyek (FEI/FS)
16	Modifikasi base plate	Data Proyek (FEI/FS)
17	Penambahan base plate	Data Proyek (FEI/FS)
18	Penambahan end plate	Data Proyek (FEI/FS)
19	Penambahan splice conection	Data Proyek (FEI/FS)
20	Penambahan joist	Data Proyek (FEI/FS)
21	Modifikasi tangga	Data Proyek (FEI/FS)
22	Penambahan tangga	Data Proyek (FEI/FS)
23	Modifikasi handrail	Data Proyek (FEI/FS)
No	Jenis Perubahan	Sumber
24	Penambahan pipe support	Data Proyek (FEI/FS)
25	Modifikasi temporary support	Data Proyek (FEI/FS)
26	Modifikasi permanen support	Data Proyek (FEI/FS)
27	Penambahan temporary support	Data Proyek (FEI/FS)
28	Modifikasi girt	Data Proyek (FEI/FS)
29	Penambahan platform	Data Proyek (FEI/FS)

30	Modifikasi roofing & siding	Data Proyek (FEI/FS)
31	Modifikasi rail way	Data Proyek (FEI/FS)
32	Penambahan lifting lug	Data Proyek (FEI/FS)
33	Metode kerja erection	Data Proyek (FEI/FS)
34	Modifikasi gusset plate	Data Proyek (FEI/FS)
35	Modifikasi platform	Data Proyek (FEI/FS)

Data proyek mengenai penyebab terjadinya perubahan desain adalah seperti terlihat pada [tabel 3.5](#) berikut ini

Tabel 3.5
Data Proyek Penyebab Kesalahan Desain

NO	KESALAHAN	SUMBER
1	Kesalahan engineering piping	Data Proyek (FEI/FS)
2	Kesalahan engineering mechanical	Data Proyek (FEI/FS)
3	Kesalahan engineering civil	Data Proyek (FEI/FS)
4	Kesalahan fabrikasi	Data Proyek (FEI/FS)
5	Permintaan owner	Data Proyek (FEI/FS)
6	Permintaan Licensor	Data Proyek (FEI/FS)
7	Kesalahan erection	Data Proyek (FEI/FS)
8	Metode konstruksi	Data Proyek (FEI/FS)
9	Pengajuan subkontraktor	Data Proyek (FEI/FS)
10	Kesalahan engineering	Data Proyek (FEI/FS)

electrical/instrument

Tabel frekuensi kemunculan jenis perubahan desain pada *area ammonia* berdasarkan data yang diperoleh dapat dilihat pada [lampiran 3](#). Area ammonia merupakan salah satu dari tiga area yang ada pada proyek ini yaitu area ammonia, urea dan *utility*. Pada area ammonia ini menggunakan struktur baja seberat 1200 ton atau hampir 50% lebih struktur baja yang digunakan pada pabrik ini. Data pada [lampiran 3](#) bisa dijadikan sebagai kesimpulan awal dari penelitian ini mengenai jenis kesalahan atau perubahan desain yang dominan. Data tersebut nantinya akan dibandingkan dengan hasil pengolahan data kuesioner yang mencerminkan terjadinya perubahan desain pada proyek ini, sehingga bisa terlihat relevansinya antara data aktual (sampel) dan data hasil pengolahan kuesioner. Terlihat dari hasil identifikasi adalah penambahan insert plate menduduki peringkat pertama sebanyak 17 % kemunculannya pada area ammonia, disusul kemudian modifikasi beam sebanyak 7,69 %. Peringkat 5 besar frekuensi tertinggi tentang jenis perubahan desain dapat terlihat pada tabel 3.6 dibawah ini.

Tabel 3.6
Frekuensi Jenis Perubahan Desain Struktur Baja Area Ammonia

NO	NO.ITEM	JENIS PERUBAHAN	FREKUENSI	PERSENTASE
1	13	Penambahan insert plate	20	17.09%
2	9	Modifikasi beam	9	7.69%
3	15	Penambahan gusset plate	9	7.69%
4	11	Penambahan beam	8	6.84%
5	8	Modifikasi type sambungan	7	5.98%

Begitu halnya dalam penentuan faktor penyebab atau alasan teknis perubahan desain struktur baja pada area ammonia . Daftar penyebab/alasan teknis perubahan yang diperoleh dari data proyek (lampiran 1) kemudian dikelompokan berdasarkan kesamaan penyebabnya yang disusun berdasarkan frekwensi kemunculanya (lampiran 4). Dari sepuluh alasan teknis yang menjadi penyebab terjadinya kesalahan atau perubahan desain struktur baja pada area ammonia, kesalahan *engineering piping* menenpatkan urutan pertama sebanyak 29,57 % yang disusul kesalahn engineering mechanical menempati urutan kedua sebanyak 16,52 %. Lima besar penyumbang alasan teknis yang menjadi penyebab terjadinya kesalahan atau perubahan dapat terlihat pada tabel 3.7 dibawah ini:

Tabel 3.7
Frekuensi Penyebab Kesalahan Desain Struktur Baja Area Ammonia

NO	KESALAHAN	FREKUENSI	PERSENTASE
1	Kesalahan engineering piping	34	29.57%
2	Kesalahan engineering mechanical	19	16.52%
3	Kesalahan engineering civil	17	14.78%
4	Kesalahan fabrikasi	14	12.17%
5	Permintaan owner	10	8.70%

Data-data dari hasil studi literatur,dalam hal ini diambil dari buku yang berjudul *Assesment and Refurbishment of Steel Structure* karangan *Zoltan agocs, jerzy zioko, Josef vican & jan broniasky*, penerbit taylor and prancis, tahun 2007. Hasil identifikasi dapat dilihat pada pada tabel 3.3 dibawah ini (lampiran 5). Dari hasil kajian literatur dapat teridentifikasi 15 variabel jenis kesalahan

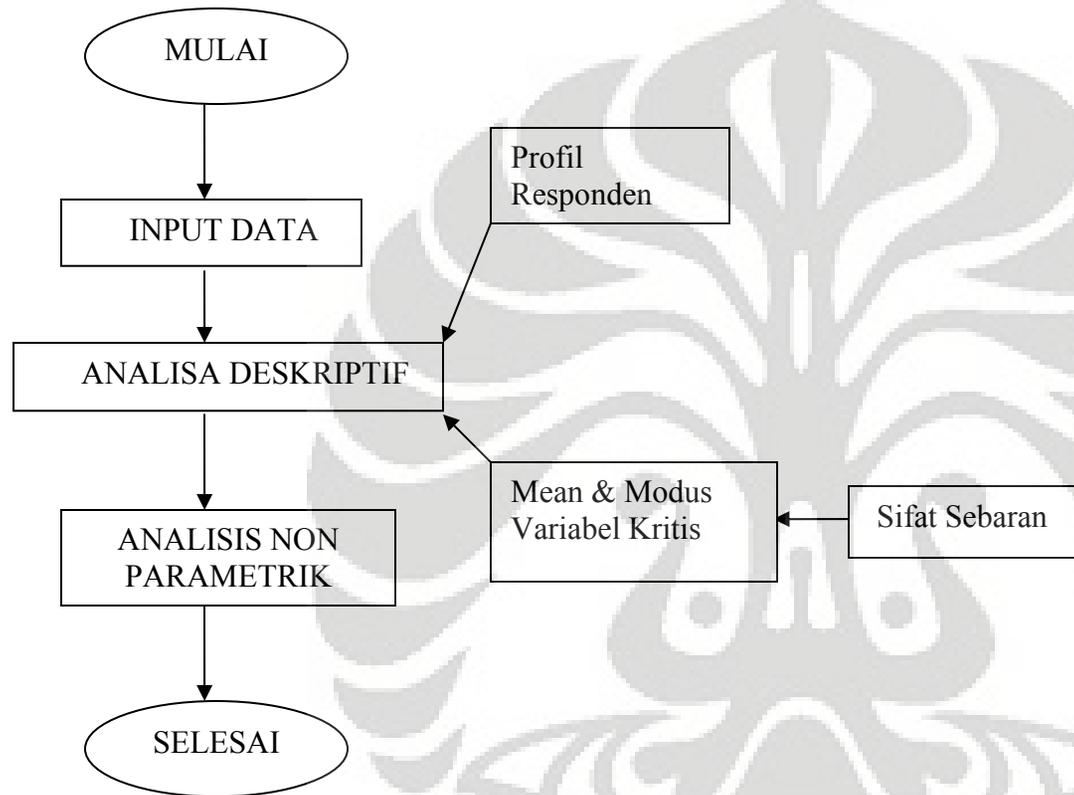
desain struktur baja yang sering terjadi. Dari kelimabelas variabel tersebut dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu dari aspek teknis karena salah desain kalkulasi dan aspek teknis karena kesalahan yang digolongkan non desain kalkulasi.

Data-data yang diperoleh dari data proyek dan studi literatur digabungkan sebagai data awal yang akan dijadikan data untuk menentukan variabel penelitian. Variabel gabungan tersebut dijadikan bahan untuk wawancara dengan pakar, sehingga variabel tersebut lebih valid untuk dijadikan variabel penelitian.

Hasil wawancara awal didapat variabel penelitian seperti terlihat pada lampiran 6. Terlihat bahwa variabel yang berasal dari literatur hanya sebagian yang berhubungan dengan data proyek yang ditinjau, bisa diklasifikasikan hanya item-item teknis tetapi tidak berhubungan langsung dengan desain kalkulasi, hal tersebut dimungkinkan karena sistem *cross check* mengenai hal tersebut sudah cukup memadai pada departemen engineering, mengingat sangat criticalnya proses tersebut. Terlihat pada lampiran 6, terjadi penambahan jumlah variabel dari data proyek, yang diambil dari study literatur berdasarkan hasil wawancara.

3.6 METODE ANALISIS DATA

Proses pengolahan data akan menggunakan analisa statistik deskriptif menggunakan program SPSS.Versi 13. Data yang dihasilkan dari survey dengan menggunakan kuesioner merupakan data yang akan diolah dengan analisis statistik seperti yang disebutkan diatas. Diagram alir pengolahan data dapat dilihat pada gambar 3.3 sebagai berikut:



Gambar 3.3
Tahapan Analisis Statistik¹⁸

Secara koseptual analisis deskriptif merupakan metode untuk menggambarkan data yang dikumpulkan secara sederhana. Penyajiannya dapat berbentuk tabel, atau grafik, termasuk juga perhitungan frekueensi, rata-rata, standard deviasi, dan lain sebagainya¹³.

Tabel frekuensi mempunyai tujuan untuk mengatur data mentah ke dalam bentuk ringkas, tanpa mengurangi arti informasi yang disampaikan. Dengan demikian tabel ini dapat menjelaskan jumlah atau proporsi sampel pada suatu karakteristik tertentu. Berbagai implikasi tentunya dapat dapat dibuat suatu dari kesimpulan yang sederhana ini.

Dalam melakukan analisis data sangat membutuhkan sebuah nilai yang dapat mewakili kumpulan data dan menunjukkan karakteristik data tersebut. Nilai yang dibutuhkan adalah ukran pemusatan (rata-rata, median dan modus). Ukuran pemusatan berguna untuk mengetahui lokasi data dibandingkan dengan pusat data, pusat data adalah titik tengah data jika data digambarkan dalam bentuk distribusi frekuensi. Nilai rata-rata adalah ukuran yang mengukur sifat data secara umum. Sedangkan median adalah ukuran yang menunjukkan nilai tengah, jadi median dapat memberikan paduan bagi kita untuk memperkirakan data hanya dengan melihat nilainya, median tepat berada di tengah distribusi data. Ukuran lain ialah ukuran penyebaran yang merupakan ukuran penyebaran data dari pusat data atau rata-rata, ukuran penyebaran ini meliputi *varians, standard deviasi, range, mean*.

3.7 KESIMPULAN

Dari proses pengumpulan data, klasifikasi data, penentuan variabel, pengolahan data, dan analisa hasil pengolahan data, diharapkan metode penelitian ini sudah dapat dikatagorikan sebagai penelitian yang bersifat ilmiah, yang dapat dipertanggungjawabkan nilai-nilai ilamiah yang terkandung dalam penelitian ini.

¹³ Dr.Mustafa Edwin Nasution,Hardius Usman,MSi,Proses Penelitian Kuantitatif,LPFEUI-2007



BAB 4 PELAKSANAAN PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 PENDAHULUAN

Pembahasan mengenai desain penelitian berkaitan dengan metode penelitian yang dilaksanakan, pengumpulan data, dan metode analisis penelitian telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Pembahasan tersebut berkaitan dengan bagaimana melakukan analisa dan hasilnya untuk menjawab pertanyaan penelitian.

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pengolahan dan analisa data, dimulai dari profile organisasi data responden, pelaksanaan pengumpulan data, dan analisa deskriptif menggunakan software SPSS.13. Kemudian akan diuraikan pembahasan yang merupakan penjelasan analitis terhadap hasil pengolahan data statistik dibandingkan dengan hasil dari data aktual proyek, kajian pustaka dan

validasi pakar. Kesimpulan dan saran berkaitan dengan pertanyaan peneliti serta kemungkinan tindak lanjut dari penelitian ini dirangkum pada bagian akhir laporan.

4.2 PROFIL DAN DATA RESPONDEN

4.2.1 Profil Perusahaan

Perusahaan ini telah bergerak dibidang EPC sudah lebih dari 20 tahun, berdiri pada tanggal 12 agustus 1981, didirikan untuk mengembangkan perusahaan EPC nasional untuk industri yang pada saat itu masih dikuasai perusahaan asing. Pada 5 tahun pertama perusahaan ini hanya bergerak dibidang Industri *Chemical & Petrochemical*. Pada tahun 2005 mulai mengembangkan bisnisnya seperti permintaan pasar yaitu mengembangkan Industri Semen, *Oil & Gas*, *Power Plant*, *Mineral*, dan Agro Industri.

Sebagai salah satu usahanya ialah mengembangkan industri pupuk, hampir seluruh pabrik pupuk yang ada di indonesia merupakan produk dari perusahaan ini. Diantarnya ialah pabrik pupuk Kujang 1B, pabrik ini dibangun melalui tender international EPC yang dimenangkan oleh perusahaan dari jepang yang menggadeng perusahaan lokal, dalam hal ini yang menjadi obyek penelitian. Pabrik ini mempunyai kapasitas produksi 1000 ton per hari untuk ammonia dan 1750 ton per hari untuk urea.

Proyek ini membutuhkan 2300 ton material baja struktur yang dipasok dari produsen lokal dan difabrikasi di dalam negeri sendiri termasuk untuk pekerjaan *plat work* dan struktur baja untuk fasilitas *Reformer* yang selama ini selalu *inport*, mengingat sangat rumitnya desainnya. Fabrikasi dilaksanakan oleh 2 fabrikator dengan pertimbangan *schedule* pekerjaan yang cukup ketat dan pekerjaan ereksi dilakukan oleh 3 kontraktor *erector*. Proyek ini dibangun dengan kondisi desain yang belum *fix*, sehingga antara pekerjaan desain dan pelaksanaan konstruksi berjalan secara paralel.

4.2.2 Data Responden

Data primer yang dipakai pada penelitian ini berupa data kuesioner berkaitan dengan terjadinya banyaknya kesalahan/perubahan desain struktur baja pada tahap konstruksi. Penentuan variabel kuesioner dilengkapi juga dari data skunder studi literatur sekaligus sebagai *cross check* terhadap data primer. Kuesioner disebar kepada tim yang secara langsung terlibat pada proyek yang ditinjau.

Kuesioner disebar kepada 45 karyawan yang terlibat langsung pada proyek yang ditinjau dan dianggap mengetahui atau berkaitan langsung dengan terjadinya kesalahan/perubahan desain struktur baja. Respon atau jawaban yang diterima sebanyak 35 atau tingkat pengembalian sebanyak 77,7% dalam kurun waktu 1 bulan, dengan jawaban yang dianggap valid sebanyak 33 kuesioner. Tingkat pengembalian tidak bisa mencapai lebih dari itu dikarenakan tim proyek yang sudah menyebar ke proyek yang sedang berjalan. Seluruh kuesioner disebar melalui email sesuai dengan permintaan responden, penyebaran kuesioner melalui email sangat efektif dibandingkan dengan penyebaran *hard copy*, responden cenderung lebih suka mengisi kuesioner pada *soft copy* dibandingkan dengan *hard copy*, disamping pengembalian yang jauh lebih mudah dengan fasilitas email yang tiap hari sudah pasti diakses, karena saat ini komunikasi dengan email merupakan komunikasi paling efektif, baik itu di *home office* ataupun di *site office*.

Pada format kuesioner hanya menyediakan pertanyaan yang bersifat tertutup dikarenakan variabel penelitian sudah divalidasi oleh pakar dan telah disesuaikan dengan data hasil kajian literatur, sehingga variabel penelitian yang ada pada kuesioner sudah dianggap final. Pertanyaan-pertanyaan yang bersifat terbuka hanya dilakukan pada saat wawancara dengan pakar dan beberapa responden dari tim proyek yang punya kompetensi pada saat penentuan variabel penelitian.

4.2.3 Profil Responden

Pendistribusian kuesioner ditetapkan berdasarkan divisi atau departemen yang berhubungan langsung dengan obyek penelitian yaitu: *Engineering, Procurement, Construction, Quality Control, dan Project Control*. Rincian jumlah responden dari tiap divisi atau departemen adalah seperti terlihat pada tabel 4.1. Diharapkan dengan pendistribusian ke departemen - departemen yang berhubungan dengan permasalahan penelitian dapat mewakili populasi sample.

Tabel 4.1 Data Responden Berdasarkan Departemen

No	Divisi/Departement	Jumlah Responden	Persen Responden	Comulative Persen
1	<i>Engineering</i>	14	42.42	42.42
2	<i>Procurement</i>	3	9.09	51.51
3	<i>Construction</i>	8	24.24	75.75
4	<i>Project Control</i>	2	6.06	81.81
5	<i>Quality Control</i>	6	18.18	100.00

Suber : Olahan Data Primer

Dari table 4.1 terlihat bahwa responden terbanyak ialah departemen *engineering* yang berhubungan langsung dengan perubahan desain yang menjadi obyek penelitian ini. Kemudian berikutnya departemen konstruksi dan Quality control yang memonitor setiap adanya perubahan atau kesalahan desain di lapangan. Diharapkan dengan profil penyebaran kuesioner dan pengembalian kuesioner yang kemudian dijadikan data primer dapat mewakili dari obyek penelitian ini.

Ditinjau dari pengalaman kerja dari setiap responden, maka *profile* responden yang di dapat seperti terlihat pada table 4.2. Jumlah responden terbanyak mempunyai pengalaman antara 5-10 tahun. Terlihat dari table tersebut kalau tim proyek sekaligus sebagai responnden merupakan kombinasi antara senior dengan junior dan merupakan komitmen pihak manajemen untuk melakukan transformasi pengetahuan dan pengalaman dari angkatan yang lebih tua ke generasi yang lebih muda.

**Tabel 4.2
Data Responden Berdasarkan
Pengalaman Kerja**

Pengalaman Kerja	Jumlah Responden	Persentase (%)
< 5 tahun	8	24.24242424
5 - 10	19	57.57575758
> 10 tahun	6	18.18181818
Total	33	100

Suber : Olahan Data Primer

Ditinjau dari tingkat pendidikan responden dapat terlihat pada table 4.3 yang sekaligus merepresentasikan tim proyek Kujang 1B. Terlihat bahwa pada perusahaan EPC yang sangat dominan dari sisi engineeringnya bahwa tingkat pendidikan sarjana S1 menjadi dominan.

Tabel 4.3
Data Responden Berdasarkan
Tingkat Pendidikan

Tingkat Pendidikan	Jumlah Responden	Persentase (%)
D 3	5	15.15151515
S 1	26	78.78787879
S2	2	6.060606061
Total	33	100

Suber : Olahan Data Primer

Jawaban responden terhadap kuesioner mempunyai skala 1 – 5 yang menggambarkan kondisi sangat rendah sampai sangat tinggi. Tetapi responden juga dipersilakan memberi jawaban TIDAK atas suatu kondisi sesuai pertanyaan yang dianggap tidak terjadi. Agar semua jawaban dapat diberi indeks kuantitatif, maka dilakukan transformasi skala output seperti terlihat pada table 4.4.

Tabel 4.4 Transformasi Skala Nilai Kuesioner

Jawaban Responden	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi	Tidak
Skala Kuesioner	1	2	3	4	5	0
Pengolahan Data	2	3	4	5	6	1

4.3 ANALISIS DESKRIPTIF

Ukuran *mean* dan *modus* secara bersamaan akan digunakan untuk analisa deskriptif, agar karakter populasi dapat dijelaskan. Hasil analisis deskriptif SPSS seperti terlihat pada lampiran 10 dan 11. Statistik deskriptif itu sendiri adalah cabang dari statistik yang berhubungan dengan penggambaran atau peringkasan data penelitian agar mudah dipahami . penggambaran data itu sendiri berguna untuk memberikan petunjuk yang lebih baik atas data penelitian. Ukuran-ukuran yang ada pada statistik edskriptif meliputi ukuran pemusatan yang merupakan ukuran pemusatan data, ukuran ini terdiri dari rata-rata, median, dan modus. Sedangkan ukuran yang lain adalah ukuran penyebaran data dari pusat data yaitu meliputi varian, deviasi standar, dan range.

4.3.1 Jenis Kesalahan/Perubahan Desain Struktur Baja

Mengenai jenis kesalahan atau perubahan desain struktur baja yang terjadi, responden menyatakan sebagai berikut (tabel 4.5). Responden menjawab dengan skala sedang sampai sangat tinggi untuk 10 variabel pertama yaitu: penambahan *insert plate*, modifikasi

beam, penambahan *gusset plate*, perubahan *elevasi insert plate*, modifikasi permanen *support*, penambahan *beam*, modifikasi *type sambungan*, penambahan *pipe support*, modifikasi *gusset plate*, dan modifikasi *hand rail*. Kesepuluh variabel tersebut mempunyai nilai *mode* skala 6, 5 dan 4. *Mode* variabel penambahan *insert plate* menjadi peringkat pertama dengan kemuculan skala 6 paling sering muncul dan nilainya berada diatas rata-rata, artinya penambahan *insert plate* merupakan variabel peringkat tertinggi terhadap faktor perubahan/kesalahan desain struktur baja.

Tabel 4.5
Jenis Kesalahan/Perubahan Desain

No. Variabel	Uraian	Mean	Mode	Std. Deviasi
X13	Penambahan <i>insert plate</i>	5.878788	6	0.3314
X24	Modifikasi <i>beam</i>	5.212121	5	0.4151
X23	Penambahan <i>gusset plate</i>	5.030303	5	0.1741
X14	Perubahan elevasi <i>insert plate</i>	4.939394	5	0.3482
X26	Modifikasi <i>permanen support</i>	4.909091	5	0.5222
X9	Penambahan <i>beam</i>	4.636364	5	0.603
X15	Modifikasi <i>type sambungan</i>	4.606061	5	0.5556
X11	Penambahan <i>pipe support</i>	4.333333	5	0.8539
X34	Modifikasi <i>gusset plate</i>	4.30303	4	0.5294
X8	Modifikasi <i>handrail</i>	4.212121	4	0.4151

Sumber: Olahan Data Primer

Insert plate atau disebut juga *embeded* merupakan alat penyambung antara struktur beton dengan baja yang terbuat dari plat baja yang diberi *anchor*. Dimensi dari *plate* baja dan *anchor* disesuaikan dengan beban yang bekerja. Pemasangan *insert plate* berbarengan pada saat pemasangan tulangan beton sebelum pengecoran. Apabila terjadi penambahan ataupun perubahan *insert plate*

setelah pengecoran, sudah dipastikan akan menyulitkan untuk pemasangannya, penggunaan *expansion bolt* atau *dynamic bolt* tidak bisa dihindari, dampaknya terhadap *cost* ataupun *schedule* pekerjaan akan besar dikarenakan jenis yang dipakai merupakan *heavy duty expansion bolt* yang harganya lebih mahal.

Beam/balok merupakan elemen dari struktur baja yang langsung dipakai untuk tempat bertumpunya pipa, perubahan desain *beam* yang diakibatkan karena adanya perubahan *lay out* piping, *loading data* piping ataupun alasan teknis lainnya akan berdampak pada perubahan struktur baja secara keseluruhan. Perubahan pada *beam* lebih banyak disebabkan karena perubahan atau penambahan *pipe support*. Penambahan atau modifikasi *insert plate* terjadi pada struktur yang kombinasi antara struktur beton dan baja. Pada proyek ini menggunakan kombinasi struktur antara baja dengan beton.

Perubahan type sambungan dalam hal ini adalah perubahan dari sambungan *moment* ke sambungan geser yang banyak diakibatkan karena *loading data* dari *piping* yang berubah. Selain itu terjadinya perubahan sambungan dari baut menjadi *welding* ataupun sebaliknya.

Jenis perubahan atau kesalahan dari urutan pertama sampai sembilan mempunyai hubungan sebab akibat, *insert plate* dipasang sebagai alat penyambung antara *beam* dengan *concrete*, perubahan desain *beam* banyak terjadi pada sistim alat penyambungan. Artinya *insert plate* dan *gusset plate* merupakan komponen alat penyambung banyak terkena dampaknya, *beam* berubah karena adanya perubahan *pipe support*, perubahannya banyak terjadi karena permintaan dari *piping* karena *beam* disitu banyak berfungsi sebagai tempat meletaknya *pipe support*.

4.3.2 Penyebab Teknis Perubahan Desain

Mengenai penyebab teknis perubahan desain struktur baja yang terjadi, responden menyatakan sebagai berikut (tabel 4.11). Terlihat kesalahan *engineering piping* menempati skala tertinggi dibandingkan dengan departemen *engineering* lainnya ataupun dengan variabel lainnya.

Tabel 4.6 Penyebab Teknis Kesalahan Desain

No. Variabel	Uraian	Mean	Mode	Std. Deviasi
X1	Kesalahan <i>engineering piping</i>	5.969697	6	0.1741
X2	Kesalahan <i>engineering mechanical</i>	5	5	0.3536
X3	Kesalahan <i>engineering civil</i>	5.060606	5	0.4286
X9	Metode kerja	4	4	0
X5	Kesalahan <i>engineering electrical</i>	0.50189	4	0.5019
X6	Permintaan <i>owner</i>	3.393939	3	0.4962
X8	Kesalahan <i>erection</i>	3.060606	3	0.4286
X7	Permintaan <i>licensor</i>	2.666667	3	0.5401
X10	Kesalahan fabrikasi	2.333333	2	0.5401
X4	Kesalahan <i>engineering instrument</i>	1.484848	1	0.5075

Sumber: Olahan Data Primer

Engineering piping menempati urutan pertama sangat dimungkinkan karena *scope* pekerjaan EPC pada proyek ini lebih dari 50% adalah pekerjaan piping sisanya adalah pekerjaan *mechanical, civil, electrical* dan *instrument*. Sehingga tingkat kesalahan ataupun perubahan desain struktur baja yang merupakan pengaruh langsung akibat kesalahan/perubahan desain *piping* sangat tinggi.

Seperti telah disebutkan diawal, proses desain pada proyek ini berlangsung paralel dengan konstruksi, hal ini yang menjadi alasan tim *engineering* mengenai terjadinya banyaknya perubahan. Banyaknya perubahan struktur baja yang diakibatkan karena kesalahan atau perubahan desain *piping* karena hampir seluruh instalasi *piping* berada diatas struktur baja kecuali *under ground piping*. Sehingga awal dari perubahan desain struktur baja berasal dari perubahan desain *piping* itu sendiri.

4.4 ANALISIS DATA NON PARAMETRIK (Uji Kruskal-Wallis)

Tes statistik non parametrik adalah tes yang mdelnya tidak menetapkan syarat-syarat mengenai parameter – parameter populasi. Anggapan-anggapan tertentu dikaitkan dengan sejumlah besar tes-tes non parametrik, yakni bahwa observasi-observasinya independen dan bahwa variabel yang diteliti pada dasarnya mempunyai kontinuitas. Namun anggapan-anggapan ini lebih sedikit dan jauh lebih lemah daripada anggapan-anggapan yang berkaitan dengan dengan tes parametrik. Terlebih lagi, test non parametrik tidak menuntut pengukuran sekuat yang dituntut tes-tes parametrik. Kekuatan tes non parametrik dapat ditingkatkan dengan hanya memperbesar ukuran jumlah sampel.¹⁹

Uji kruskall-Walish merupakan alternatif uji non parametrik dari analisis varian satu jalur (One-way ANOVA) dimana nilai data diganti dengan rank. Uji ini merupakan alternatif bagi uji F untuk pengujian kesamaan beberapa nilai tengah dalam analisis varian

¹⁹ Wahid Sulaeman, *Statistik Non Parametrik* (Yogyakarta: Andi Offset, 2003)

bil ingin meng-indar dari asumsi kenormalan data, bila datanya berbentuk ordinal. Bila dalam penelitian diteukan data berbentuk interval atau rasio, maka perlu diubah dulu kedalam bentuk data ordinal (data berbentuk rangking).¹⁹

Hasil uji tes non parametrik untuk jenis kesalahan atau perubahan struktur baja berdasarkan pengolahan data dengan metode kruskall – walish adalah seperti terlihat pada tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4.7
Uji Non Parametrik Kruskall-Walish
Jenis Kesalahan Desain

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Frekuensi	66	5.5455	.50175	5.00	6.00
Jenis.Kesalahan	66	1.5000	.50383	1.00	2.00

Ranks

	Jenis.Kesalahan	N	Mean Rank
Frekuensi	X13	33	44.50
	X24	33	22.50
	Total	66	

¹⁹ Wahid Sulaeman, *Statistik Non Parametrik* (Yogyakarta: Andi Offset, 2003)

Test Statistics^{a,b}

	Frekuensi
Chi-Square	29.130
df	1
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Jenis.Kesalahan

Dari kotak test statistics diperoleh informasi sebagai berikut:

- Nilai chi – square = 29.130
- Nilai Asym.Sign = 0.000

Karena nilai Asymp.Sign.< dari taraf nyata 0.05 maka kita dapat menolak H_0 , artinya ada perbedaan frekuensi antara dua variabel yang diperbandingkan, yaitu X_{13} dan X_{24} . Dalam hal ini hipotesis mengenai X_{13} (penambahan *insert plate*) menjadi variabel definitif jenis kesalahan dominan.

Hasil uji tes non parametrik untuk alasan teknis yang menjadi penyebab terjadinya kesalahan atau perubahan struktur baja berdasarkan pengolahan data dengan metode kruskall – walish adalah seperti terlihat pada tabel 4.8 berikut ini.

Tabel 4.8
Uji Non Parametrik Kruskall-Walish
Alasan Teknis Terjadinya Kesalahan

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Frekuensi	99	5.3434	.55626	4.00	6.00
Penyebab	99	2.0000	.82065	1.00	3.00

Ranks

	Penyebab	N	Mean Rank
Frekuensi	X1	33	79.06
	X2	33	34.03
	X3	33	36.91
	Total	99	

Test Statistics^{a,b}

	Frekuensi
Chi-Square	67.549
df	2
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Penyebab

Dari kotak test statistics diperoleh informasi sebagai berikut:

- Nilai chi – square = 67.549
- Nilai Asym.Sign = 0.000

Karena nilai Asymp.Sig.< dari taraf nyata 0.05 maka kita dapat menolak H_0 , artinya ada perbedaan frekuensi antara tiga variabel yang diperbandingkan, yaitu X_1 , X_2 dan X_3 . Dalam hal ini hipotesis mengenai X_1 (Kesalahan *engineering piping*) menjadi variabel definitif alasan teknis penyebab kesalahan dominan.

4.5. VALIDASI PAKAR

Hasil penelitian ini dilakukan validasi yang melibatkan peranan pakar atau responden yang memiliki pengalaman, pengetahuan dan keahlian di bidangnya. Validasi dilakukan dengan cara mengumpulkan komentar dan pakar atau responden sebagai respon apakah pakar atau responden menerima atau tidak terhadap hasil dari analisa statistik. Adapun yang menjadi pakar pakar pada penelitian ini adalah seperti tercantum pada tabel 4.9

Tabel 4.9
Profil Pakar

Nama Pakar	Nama Perusahaan	Posisi/Jabatan	Pendidikan Terakhir	Lama Bekerja
DR.Ir. Hari Gumuruh ,MT	a. PT.Prosys b. PT.Jagat Prima c. PT. Rekayasa Industri d. Universitas Indonesia	a. Direktur Utama b. Direktur Utama c. Mantan CEO d. Staf Pengajar	S3	>25 Tahun
Ir.Radian Z.Husen	PT.Rekayasa Industri	Project Manager	S2	> 15 tahun

MT,PMP				
Ir. Isep Tony.F	PT.Rekayasa Industri	Engineering Manager	S1	> 10 tahun

Dari hasil wawancara dengan DR.Ir.Hari Gumuruh, MT terhadap hasil analisa dan temuan menyatakan bahwa variabel yang diambil telah memenuhi dan layak untuk dianalisa dan mengenai temuan variable defenitif beliau setuju dengan temuan tersebut, yang perlu dicermati ialah proses terjadinya perubahan tersebut adakalanya tidak sepengetahuan pihak *engineering*, artinya pihak *erector*, *fabricator* ataupun pengawas dari kontraktor EPC nya tidak menginformasikan hal tersebut kepada pihak *engineering* selaku pihak yang mempunyai otoritas dalam hal desain. Hal tersebut akan *fatal* apabila perubahan yang dilakukan merupakan *critical item* pada sisi desain. *Design review* merupakan hal yang penting sebelum dilakukuan eksekusi untuk menghindari terjadinya kesalahan ataupun perubahan, proses *design review* perlu melibatkan semua pihak termasuk lintas disiplin.

Ir.Radian Z. Husen selaku *project manager* lebih mencermati bahwa proses terjadinya banyak perubahan atau kesalahan lebih banyak disebabkan karena berbarenganya (*parallel*) antara proses konstruksi dengan proses desain, terlebih lagi pada proyek ini menerapkan teknologi terbaru proses *urea* yaitu ACES 21 yang belum pernah dibangun di seluruh dunia. Kesalahan atau perubahan yang terjadi lebih banyak disebabkan pada disiplin *piping* karena diakuinya bahwa desain belum *fix* pada saat konstruksi. *Basic design* dari P&ID (*piping instrument diagram*) merupakan awal dari banyaknya perubahan yang berakibat *lay out piping* maupun desain *piping* secara keseluruhan berubah. Pada proyek ini sudah menerapkan sistem EDMS (*electronic data management system*) yang sangat membantu pada proses desain, para *engineer* bisa saling bertukar informasi secara *real time* antara *engineer* yang ada di chiba – jepang dengan *engineer* yang ada di Jakarta, sehubungan *basic design* dikerjakan di chiba-jepang, sementara *detail design* dilakukan

di Jakarta. Jika tidak menggunakan sistem tersebut mungkin kesalahan yang terjadi akan lebih banyak lagi. Mengenai jenis kesalahan yang terjadi dari hasil penelitian beliau sependapat kalau *insert plate* menjadi dominan, hal tersebut terlihat dari *cost* yang dikeluarkan untuk pembelian / pemasangan *expansion bolt* dan *plate* baja yang membengkak.

Pendapat di atas dibenarkan juga oleh Ir. Isep Toni selaku *engineering manager* pada proyek ini. Beliau menambahkan proses *erection* dan fabrikasi akan lebih menguntungkan kalau dilakukan oleh sub kontraktor yang sama untuk lebih memudahkan dalam hal komunikasi dan koordinasi, kalau terjadi kesalahan yang diakibatkan karena kesalahan pabrikasi akan dapat langsung dikerjakan tanpa adanya *cost impact*. Inti dari banyaknya perubahan adalah komunikasi, jika komunikasi dilakukan dengan efektif maka akan dapat menghindari resiko terjadinya kesalahan, apalagi pada proyek EPC yang melibatkan beberapa disiplin dan beberapa institusi. Desain *civil* sangat bergantung dari data yang dikeluarkan disiplin lain yang membutuhkan fasilitas *structural*. Hal yang wajar bila terjadi kesalahan pada disiplin *piping* ataupun *mechanical* akan berdampak langsung pada disiplin *civil*.

Dari hasil pengelohan data statistik dan validasi pakar dapat disimpulkan bahwa variabel X13 (penambahan *insert plate*) dan X24 (modifikasi *beam*) mempunyai konsistensi menjadi variabel dominan untuk pertanyaan penelitian mengenai jenis kesalahan apa yang sering terjadi pada desain struktur baja, menjadi variabel yang konsisten berada pada skala dan urutan tertinggi. Sementara variabel X1 (kesalahan *engineering piping*) menjadi variabel dominan untuk pertanyaan alasan teknis apa yang menjadi penyebab perubahan desain struktur baja tersebut.

4.6 KESIMPULAN

Dari hasil analisis data menggunakan software SPSS 13 yang divalidasi oleh para pakar yang berkecimpung dalam permasalahan yang diteliti diharapkan hasil penelitian ini mempunyai validitas yang lebih kuat, sehingga nilai-nilai ilmiah yang diharapkan dalam penelitian ini dapat dipenuhi.



BAB 5
TEMUAN DAN PEMBAHASAN

Seperti telah dijelaskan pada bab 3, hasil temuan dalam penelitian ini kemudian dilakukan validasi kepada pakar yang memiliki pengalaman, pengetahuan dan keahlian pada bidang ini. Validasi dilakukan dengan cara mengumpulkan respon terhadap hasil temuan apakah pakar/responden menerima atau tidak terhadap hasil penelitian ini, atau adanya penambahan bahasan dalam penelitian ini.

5.1 TEMUAN

Dari analisa statistik yang dilakukan dengan program SPSS 13.0, dan validasi dari beberapa pakar sebagaimana diuraikan dalam bab 4, maka ditemukan dua variabel bebas definitif untuk pertanyaan pertama penelitian mengenai jenis perubahan desain yang paling sering terjadi yaitu:

X13 : Penambahan *insert plate*

Untuk pertanyaan penelitian kedua yaitu mengenai alasan teknis yang menjadi penyebab perubahan adalah :

X1 : Kesalahan *engineering piping*

Variabel definitif di atas adalah variabel yang mempunyai frekuensi skala jawaban tertinggi yang konsisten dari simulasi olah statistik sesuai dengan profil responden.

5.2 PEMBAHASAN

Seperti disebutkan di awal bahwa penelitian ini mempunyai tujuan untuk mengetahui secara kuantitatif jenis atau type kesalahan / perubahan dominan desain struktur baja yang sering terjadi pada proyek EPC dan penyebab teknis dari kesalahan atau perubahan desain tersebut.

5.2.1 Variabel Jenis Kesalahan Desain Struktur Baja

Dari hasil olahan statistik dengan program SPSS 13.0 didapatkan 2 variabel definitif mengenai jenis perubahan atau kesalahan desain struktur baja seperti yang disebutkan diatas yaitu penambahan *insert plate* (X13) Dari temuan tersebut dapat dinyatakan bahwa penambahan *insert plate* merupakan *item* yang mendominasi terjadinya banyak perubahan atau kesalahan desain struktur baja pada proyek yang ditinjau.

Penambahan *insert plate* menjadi variabel yang berpengaruh terhadap dominasi kesalahan desain struktur baja seperti yang terlihat pada hasil data olahan statistik ataupun hasil validasi pakar, jika dilihat dari hasil olahan data terlihat adanya konsistensi variabel ini baik data hasil olahan berdasarkan profil responden ataupun tanpa melihat profil responden. Jika dibandingkan dengan data aktual dari proyek yang mewakili, yaitu dari area ammonia, terlihat ada konsistensi data dengan hasil olahan statistik. Data hasil olahan statistik menunjukan urutan pertama, nilai *mode* 6 (sering terjadi) dan *mean* 5,87 dengan standar deviasi 0,33. Begitu halnya dari data proyek, frekuensi variabel penambahan *insert plate* menempati ukuran pertama dengan persentase mencapai 17 %. Hal yang sama juga terjadi untuk variabel modifikasi *beam*, mempunyai kesamaan antara data hasil olahan statistik dengan data aktual yang mewakili, sama-sama menempati urutan kedua setelah penambahan *insert plate*.

Dari hasil *interview* dengan responden ataupun dengan pakar, modifikasi *beam* yang terjadi lebih banyak disebabkan karena permintaan dari departemen *piping* guna menyesuaikan dengan fungsi *beam* sebagai *pipe support*. Jenis modifikasi *beam* yang sering terjadi diantaranya perubahan posisi *beam* baik itu ke arah horizontal maupun vertical guna menyesuaikan dengan posisi pipa, penambahan atau pengurangan panjang, penambahan support *beam*, perubahan jenis sambungannya, perubahan jenis profilnya karena *loading data* dari piping ataupun departemen lain yang berubah. Menurut responden hampir tidak ditemukan modifikasi *beam* karena kesalahan desain kalkulasi, walaupun adanya *recalculation* lebih banyak dikarenakan adanya perubahan *loading data* dari departemen lain terutama piping. Artinya proses desain yang terbentuk di *internal* departemen sendiri sudah baik, yang perlu *improvement* ialah komunikasi antar departemen/disiplin seperti yang disampaikan DR.Ir.Hari Gumuruh,MT selaku pakar dalam penelitian ini. Beliau juga mencermati proses *design review* yang harus terintegrasi dari semua disiplin yang terlibat, diperlukan satu prosedur *design*

change yang baik antar disiplin guna menghindari resiko terjadinya kesalahan desain atau kesalahan desain yang terakumulasi dari satu disiplin ke disiplin lainnya. Mengenai variabel jenis kesalahan yang ditemukan beliau setuju dengan hal itu, yang perlu diperhatikan ialah pengawasan terhadap *fabricator* ataupun *erector* struktur baja yang melakukan perubahan desain tanpa sepengetahuan *engineering* selaku departemen yang mempunyai otoritas terhadap desain itu sendiri. Akan sangat fatal apabila hal tersebut terjadi pada *critical item* dari sisi desain. Artinya diperlukan sistem control yang baik untuk memonitor pekerjaan *fabricator* ataupun *erection*. Ir.Radian selaku project manager menyatakan kalau perubahan atau kesalahn desain yang terjadi banyak diakibatkan karena paralelnya antara pekerjaan engineering dan construction karena desain yang belumm fix, terlebih pada proyek ini menggunakan teknologi yang terbaru dalam sistem pembuatan pupuk urea. Item penambahan insert plate dan modifikasi beam menjadi dominan dapat terlihat juga dari *change order* yang cukup tinggi yang diajukan oleh subkontraktor khusus untuk item tersebut.

5.2.2 Variabel Alasan Teknis Terjadinya Perubahan Desain

Dari hasil olahan data statistik mengenai variabel alasan teknis terjadinya perubahan desain didapat variabel definitif yaitu akibat kesalahan *engineering piping* menepati urutan pertama dengan nilai *mode* adalah 6, *mean* 6,96 dan standar deviasi 0,17. Jika dibandingkan dengan data aktual yang mewakili project ini yaitu data yang berhasil diidentifikasi dari area ammonia, ternyata mempunyai kesamaan urutan frekuensi untuk variabel ini. Data aktual yang diperoleh dari proyek adalah sebanyak 29,57% kesalahan akibat engineering piping, kemudian disusul engineering mechanical sebanyak 16,52 %.

Dari hasil interview dengan pakar tentang hal ini, kesalahan *engineering piping* menjadi dominan dikarenakan *scope* pekerjaan piping pada proyek yang ditinjau mempunyai persentase lebih dari 50% dari total pekerjaan keseluruhan, sisanya adalah pekerjaan *mechanical, civil, electrical* ataupun *instrument*. Sehingga ditinjau dari volume pekerjaan piping merupakan yang tertinggi dibanding disiplin lain, hal tersebut dikatakan langsung oleh pakar DR.Ir.Hari Gumuruh,MT selaku pakar dalam penelitian ini. Struktur baja

yang mempunyai fungsi sebagai fasilitas struktural untuk menopang pipa mempunyai pengaruh yang cukup besar apabila terjadi perubahan desain dari desain pipa tersebut. Dari hasil interview dengan pakar lainya seperti dibahas pada bab empat, menyatakan bahwa yang menjadi banyaknya perubahan karena parelelnya antara pekerjaan desain dengan proses konstruksi karena ketatnya schedule konstruksi.





BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari pembahasan bab-bab sebelumnya baik itu dari proses identifikasi yang berasal dari kajian pustaka yang menjadi referensi penelitian ini, data aktual dari proyek yang mewakili, ataupun dari hasil olahan kuesioner, maka dapat diambil suatu kesimpulan dalam penelitian ini.

6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dari hasil olahan data, temuan dan validasi selama penelitian sebagaimana diuraikan pada bab sebelumnya. Penelitian identifikasi kesalahan utama desain struktur baja pada proyek EPC, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Variabel dominan dari pertanyaan penelitian mengenai jenis perubahan desain struktur baja yang sering terjadi adalah variabel X13 (penambahan *insert plate*)
2. Variabel dominan yang menjadi pertanyaan kedua penelitian mengenai alasan teknis yang menjadi penyebab terjadinya perubahan desain struktur baja adalah variabel X1 (kesalahan *engineering piping*)

6.2 SARAN

Dari penelitian ini telah teridentifikasi mengenai jenis kesalahan desain struktur baja yang sering terjadi pada proyek EPC termasuk alasan teknis terjadinya perubahan atau kesalahan desain tersebut, disarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut guna mencari akar penyebab terjadinya perubahan atau kesalahan desain tersebut, sehingga proses *improvement* pada suatu sistem kerja pada proyek EPC bisa lebih mengenai sasaran, baik itu pada proses desain, konstruksi, ataupun proses *procurement*.

Seperti halnya yang disarankan oleh pakar pada penelitian ini, proses pengawasan terhadap *erector* dan *fabricator* akan menjadi hal penting untuk menghindari perubahan desain struktur baja tanpa sepengetahuan pihak *engineering* selaku pihak yang mempunyai otoritas dalam hal desain. Hal tersebut akan berakibat *fatal* jika terjadi pada *critical item* dari sisi desain. Diperlukan proses *design review* yang terintegrasi dari seluruh disiplin atau departemen dan diperlukan *design change procedure* yang baik antar disiplin guna menghindari resiko tersebut.



DAFTAR PUSTAKA

1. Yudistira soedarsono,SA, *Kamus Istilah Proyek* (Jakarta : Elexmedia Komputindo,2001)
2. Vincent Gaspersz, *ISO 9001:2000 and Continual Improvement*,(Jakarta:Gramedia,2003)
3. Leonard Spiegel,George F.Liburner,*Desain Baja Sructural Terapan*,(Jakarta:PT.Eresco1991)
4. PT.X *Design Input dan Output.pada Departemen Engineering PT.X*, (Jakarta:1995)
5. Thomas Schfly,*Fabrication & Erection Steel Structre*,(AISC,Inc1998)
6. Jhon.D.Keana, *Steel Structures Painting Manual.Vol.2,SSPC* (Ptsburgh:1995)
7. Zota agoc,jery jieoco,Joseph Vacant, *Assesment and Refurbishment of SteelStructure,taylor&francis*, (Paris : 2007)
8. *Condition of Contract for EPC Turnkey Project*, (FIDIC : 1999)
9. Dr.Purbayu B. Santoso, *Analisis Statistik Dengan MS Exel* ,(Jakarta :2005)
10. Santoso S, *Mengolah Data Statistik Secara Profesional*,(Jakarta :2001)
11. PT.X, *Field Engineering Procedure –Departemen Engineering*, (Jakarta:2004)
12. Kountur Ronny,*Statistik Praktis*, (Jakarta : Ppm, 2006)
13. Dr.Mustafa Edwin Nasution,Hardius Usman,MSi,*Proses Penelitian Kuantitatif*, (Jakrata : LPFEUI,2007)
14. Meganda, D, *Analisa Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Perusahaan Angkatan Laut Supply Vessel*, (Jakarta : PPSBIT , 2005)

15. Sugiyono, *Statistik Untuk Penelitian*, (Bandung :Alfabeta, 2005)
16. Ghazali, Imam, *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program SPSS*, (Diponegoro:Semarang, 2005)
17. Heri suprpto, *DSS Untuk Evaluasi Teknik, Tesis Program Pasca Sarja Bidang Ilmu Teknik*, (Universitas Indonesia)
18. DR.Haryo Kuncoro,SE,Msi, *Statistik Deskriptif*, (Jakarta:Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia,2008)
19. Wahid Sulaeman, *Statistik Non Parametrik* (Yogyakarta:Andi Offset,2003)

LAMPIRAN 1
RINGKASAN KESALAHAN / PERUBAHAN DESAIN STRUKTUR BAJA PROYEK
KUJANG 1B
(DATA PROYEK)

Lampiran 1

DAFTAR KESALAHAN/PERUBAHAN DESAIN STRUKTUR BAJA

**PROYEK PEMBANGUNAN PABRIK PUPUK AMMONIA-UREA
KUJANG 1B -CIKAMPEK**

DOC. NUMBER	DESCRIPTION	FACILITY	REASON	TECHNICAL REASON	VARIABLE IDENTIFICATION		TECHNICAL REASON
					VARIABLE	VARIABLE NO.	
K1B-FEI-C-A3-007	Potong gusset plate vertikal brace A-111-C, sesuai permohonan piping	A-111-C	1. Harap dipotong gusset plate vertical brace (PL-9) 128mm seperti sketch terlampir	Engineering Fault	Modifikasi braching dan gusset plate	1	Engineering fault (piping)
			2. Harap fabrikasi dan install RIB Plate (PL-19) seperti skecth terlampir		Penambahan rib plate	3	Engineering fault (piping)
K1B-FEI-C-A04-001	Perubahan jarak pedestal/kolom di P/R-5	P/R-5	Berdasarkan joint survey REK-IKPT-KUJANG. Perubahan jarak kolom di pondasi P/R-5	Engineering Fault	Perubahan jarak base plate kolom	4	Engineering fault (civil)
K1B-FEI-C-A04-002	Perubahan jarak anchor bolt pondasi di P/R-9	P/R-9	Perubahan jarak Anchor bolt di pondasi area P/R-9 sesuai dgn hole di base plate.	Engineering Fault	Perubahan jarak anchor bolt	6	Engineering fault (civil)
K1B-FEI-C-A04-004	Perubahan insert plate steam drum A-101-F	A-101-F	Di sampaikan informasi perubahan elevasi insert plate sesuai permintaan piping (fax. No. K1B-F-RJ/RS-0080)	Engineering Fault	Perubahan elevasi insert plate	14	Engineering fault (piping)

K1B-FEI-C-A04-005	Perubahan panjang beam ammonia area, P/R-3	P/R-3	Berikut di informasikan untuk modifikasi panjang beam sesuai dgn data actual yang ada di lapangan (Ref.K1B-M-RS/INT-60008~ PT. Adhi Karya report Doc. No. K1B-61-CRC-06.002)	Construction Fault (civil)	Modifikasi beam dan gusset plate	9	Construction fault
K1B-FEI-C-A04-006	Pemasangan plate strip bawah beam (backing strip), untuk field weld beam piperack	P/R	Untuk penyambungan beam yang kontak langsung dengan grating, mohon penyambungan top flange beam menggunakan backing plate.	Construction Methode	Modifikasi type sambungan	8	Construction method
K1B-FEI-C-A04-008	Pemasangan Insert Plate yang terlewat IPL-7no26A (for Ammonia P/R-3) IPL-5 no17 & IPL-14 no12 (for Ammonia P/R-8)	Pipe Rack	Pemasangan Insert Plate yang terlewat IPL-7no26A (for Ammonia P/R-3) IPL-5 no17 & IPL-14 no12 (for Ammonia P/R-8)	Construction Fault (civil)	Penambahan insert plat	13	Construction fault
K1B-FEI-C-A04-009	Additional gusset Ammonia area pipe rack-3	Pipe Rack	Berikut kami sampaikan penambahan pemasangan gusset plate yang belum trefabrikasi (lihat gambar shop drawing)	Fabrication Fault	Penambahan gusset plate	15	Fabrication fault (civil)

K1B-FEI-A04-010	Substitusi Insert Plate Ammonia Area, A-101-F(STEAM DRUM)	steam drum	Sehubungan dengan material Insert Plate IPL-20 (200X800) di Plan EL.+7000 (T.O.C) belum ter fabrikasi maka disubstitusi dengan 2xIPL7 (200x400) yang sudah tersedia di lapangan	Construction Fault	Penambahan insert plate	13	Fabrication fault (civil)
K1B-FEI-C-A04-011	Additional gusset Ammonia area pipe rack-3	Pipe Rack - 3	Berikut kami sampaikan penambahan pemasangan gusset plate yang belum trefabrikasi (lihat gambar shop drawing)	Fabrication Fault	Penambahan gusset plate	15	Fabrication fault (civil)
K1B-FEI-C-A04-012	Delete Beam	A-101-F	Harap beam berikut (Yg Ditandai) dihilangkan karena interference dgn piping	Engineering Fault	Pelepasan beam	10	Engineering fault (piping)
K1B-FEI-C-A04-013	Base plate holes modification	steam drum	To modification base plate holes for column no : C1-101' C1-15 & C1- 189 Ammonia pip rack-3 as per A.Bolt Location	Engineering Fault	Modifikasi base plate	16	Engineering fault (civil)
K1B-FEI-A04-014	Steel member modification & additional P/R	P/R ammonia area	1. Fabrication gusset untuk P/R-5 ammonia area 2.	Engineering Fault	Penambahan gusset plate	15	Engineering fault (piping)

	ammonia area sesuai dengan permintaan piping		Modification beam, gusset untuk P/R-3 ammonia area 3. Additional base plate untuk member P2 P/R-3 Ammonia area		Modifikasi beam dan gusset plate	19	Engineering fault (piping)
					Penambahan base plate	17	Engineering fault (piping)
K1B-FEI-A04-015	Penambahan beam P/R-5, ammonia area	Pipe Rack - 5	Berikut disampaikan penambahan beam di P/R-5 untuk platform piping	Engineering fault	Penambahan beam	11	Permintaan owner
K1B-FEI-A04-016	Penambahan insert plate pipe rack 3, ammonia area	Pipe Rack - 3	Harap ditambahkan insert plate di P/R-3 ammonia area. Lokasi seperti sketch terlampir. Untuk pipe support	Engineering Fault	Penambahan insert plate	13	Engineering fault (piping)
K1B-FEI-C-A04-017	Fabrikasi & install (Gusset,Rib plate,End plate,Splice Connection plate,add'I Joist	Pipe Rack - 4	Mohon difabrikasi dan di install kekurangan Gusset plate,Rib plate,End plate,Splice Connection plate,Add'I Joist		Penambahan gusset plate	15	Fabrication fault (civil)
					Penambahan rib plate	3	Fabrication fault (civil)
					Penambahan end plate	18	Fabrication fault (civil)
					Penambahan splice connection	19	Fabrication fault (civil)
					Penambahan joist	20	Fabrication fault (civil)
				Fabrication Fault	Penambahan gusset	15	Fabrication fault (civil)

					plate		
K1B-FEI-A04-018	Steel member modification & additional P/R ammonia area, seperti yang diminta piping	Pipe Rack - 5	1. Fabrication gusset untuk P/R-5 ammonia area Attachment page (2/23,3/23) & Cutting PI, Page (10/23)	Engineering Fault	Penambahan gusset plate	15	Engineering fault (piping)
			2. Modification beam, gusset untuk P/R-3 ammonia area Attachment page (15/23,16/23,17/23)		Modifikasi beam dan gusset plate	9	Engineering fault (piping)
			3. Penambahan Ipi P/R-4 ammonia area, attach page (20/23)		Penambahan insert plate	13	Engineering fault (piping)
			4. Fabrikasi Gusset Untuk P/R-7, ammonia area, attach page (21/23)		Penambahan gusset plate	15	Engineering fault (piping)
K1B-FEI-C-A04-019	Memindahkan posisi kolom Piperack-4 Ammonia Area	Piperack-4	Harap untuk kolom berikut (yang ditandai) dipasang dengan jarak sesuai dengan engineering drawing terakhir	Fabrication Fault	Perubahan jarak kolom	4	Engineering fault (civil)
K1B-FEI-C-A04-020	Lobang untuk BP-L Piperack-8 Ammonia Area	Piperack-8	Harap dibuat lobang di Base Plate (4bh) Jarak sesuai sketch terlampir	Engineering Fault	Modifikasi lubang base plate	16	Engineering fault (civil)
K1B-FEI-C-A04-	Remove beam Piperack-4	Piperack-4	Harap dilepas Beam 5GX1-114 (piperack-4	Construction methode	Pelepasan beam	10	

021	Ammonia Area		line AA1,120~121) See Attachment List				
K1B-FEI-C-A04-023	Steam drum, ammonia area	steam drum	Harap dipasang insert plate berikut, sesuai gambar terlampir di steam drum ammonia area.	Engineering Fault	Penambahan insert plate untuk pipe support	13	Engineering fault (Piping)
			Scope work : PT. Samudra Ferro, Fabrikasi plate, drill & install stud anchor				
			Supply material :				
			- PT. Samudra Ferro, Stud anchor				
			- Plate by PT. REK				
K1B-FEI-C-A04-023	Steam drum, ammonia area	steam drum	Harap dipasang insert plate berikut, sesuai gambar terlampir di steam drum ammonia area.	Engineering Fault	Penambahan insert plate untuk pipe support	13	Engineering fault (piping)
			Scope work : Supply material plate by REKAYASA				
K1B-FEI-C-A04-024	Stair modification due to interference w/ C1 P/R-4,	Piperack-4	Mohon di modifikasi interference tangga dengan C1 di P/R-4 di ammonia area	Engineering Fault	Modifikasi tangga	21	Engineering fault (civil/safety)

	ammonia area						
K1B-FEI-C-A04-025	Dismantling & reinstall line 123' P/R-7, Ammonia area	Piperack-7	1. Dismantling P/R-7 line 123', Line Aca & Acb	Propose by subcontractor	Metode kerja erection	33	Construction fault
			2. Re Install P/R-7 line 123', Line Aca & Acb				
K1B-FEI-C-A04-027	Modifikasi & fabrikasi gusset P/R-4, 5 & 8, Ammonia area	Piperack-4, 5 & 8	Berikut disampaikan modifikasi, fabrikasi gusset di Piperack ammonia area. Sketch terlampir, untuk pipe support	Engineering Fault	Modifikasi gusset plate	34	Engineering fault (piping)
K1B-FEI-C-A04-028	Fabrikasi & install insert plate pipe rack 3, ammonia area	Piperack-3	Plate fabrication and install insert plate at pipe rack 3, see attachment (Plate-----> supply by REK)	Construction Fault (civil)	Penambahan insert plate untuk pipe support	13	Engineering fault (piping)
K1B-FEI-C-A04-029	Beam elevation steam drum, ammonia area	steam drum	Mohon dipasang 4BY3-269(2 Nos) di elevasi 9500 (TOS) Sesuai dengan elevasi yang diminta mechanical	Engineering Fault	Penambahan beam	11	Engineering fault (mechanical)
K1B-FEI-C-A04-030	Handrail P/R 3 & 4 ammonia area	Piperack-3 & 4	1. Please repair handrail for stairway pipe rack 4 as shop drawing rev.2	Fabrication fault	Modifikasi handrail	23	Engineering fault (civil/safety)
			2. Please fabrication and install CLT-19 & CLT-20 for handrail P/R-3 (see attachment list)				

K1B-FEI-C-A04-031	Handrail P/R 5 ammonia area	Piperack-5	1. Mohon difabrikasi H-Rail berikut di Piperack-5, ammonia area (sketch terlampir)	Owner Request	Modifikasi handrail	23	Engineering fault (civil/safety)
			2. Material supply by Rekayasa (modifikasi dari material handrail yang surplus).				
K1B-FEI-C-A04-032	Install Add'l beam & move horizontal bracing HB1 Elevation +24700 (Steam Drum str. Ammonia area) sesuai permintaan mechanical	steam drum	1. Install Add'l beam BX4, BX5 Elev.24700	Engineering Fault	Penambahan beam	11	Engineering fault (mechanical)
			2. Move Horizontal bracing (HB1) to bottom of GX8				
			3. Potong exs HB1 Gusset				
			4. Fabrikasi new HB1 Gusset				
K1B-FEI-C-A04-033	Fabrication (beam) 61CR11-11BY4-515 & MMA-1 Steam drum str, Ammonia area,sesuai permintaan mechanical	steam drum	1. Fabrication Material K1B-61CR11-11BY4-515 (use material K1B-61FR01-4GY3-106, surplus, for fabrication	Fabrication Fault	Penambahan beam	11	Engineering fault (mechanical)
			2. Fabrication material K1B-61CR11-MMA-1 (use material K1B-61FR01-4GX3-104, surplus, for fabrication		Penambahan beam	11	Engineering fault (mechanical)
K1B-FEI-C-A04-	Additional Handrail for	steam drum	Berikut ini disampaikan bahwa handrail HR-41	Engineering Fault	Modifikasi handrail	23	Engineering fault

034	platform EL.+24700 (TOS) Steam drum str, Ammonia Area		tidak perlu dipasang materialnya akan digunakan untuk additional handrail HR- 41A dan HR-41B				(civil/safety)
K1B-FEI- C-A04- 035	Shop Drawing for Additional Support & Reinforcement Steam Drum Structure, Ammonia Area	steam drum	Piping Request for, - additional pipe support & - stress analysis req	Engineering fault	Penambah an pipe support	24	Engineering fault (piping)
K1B-FEI- C-A06- 003	Perubahan Insert plate	Compressor house	Di sampaikan perubahan insert plate sesuai dengan permintaan piping (EDO piping Dept. No. K1B-EDO- 13855) REF. Email P' Dirga per tanggal may 13, 2004. 14.45 Fax. No. K1B-F-RJ/RS- 0096	Engineering Fault	Penambah an insert plate unuk pipe suport	13	Engineering fault (piping)
K1B-FEI- C-A06- 005	Perubahan Conc. Structure (column CC2), Opening slab El.+7000 & Insert plate ammonia area, compressor house, P/R 11& 12	Compressor house	Disampaikan perubahan concrete structure & insert plate berdasarkan fax. No. K1B-F-RJ/RS- 0115, K1B-F-RJ/RS- 0106	Owner Request	Penambah an insert plat untuk pipe support	13	Engineering fault (piping)

K1B-FEI-C-A06-009	Elevasi top kolom compressor house	Compressor house	Berikut kami informasikan elevasi top kolom line 507, 508 di compressor house, ammonia area, sesuai permintaan piping	Engineering Fault	Modifikasi elevasi top kolom	5	Engineering fault (piping)
K1B-FEI-C-A06-012	Perubahan steel structure Comp. House ammonia area	Compressor house	1. Mohon di " HOLD " untuk beberapa member (Steel beam) yang di tandai karean ada perubahan berdasarkan piping engineering DWG	Engineering Fault	Modifikasi beam	9	Engineering fault (piping)
			2. Perubahan elevasi & jarak				
K1B-FEI-C-A06-013	Add Insert plate compressor house, ammonia area	Compressor house	Harap dilakukan pemasangan insert plate sesuai dgn lokasi berikut (Attachmnet) Fabrication plate only Note: Holes sesuaikan dengan anchor by REK	Enginnering Fault	Penambahan insert plat untuk pipe support	13	Engineering fault (piping)
K1B-FEI-C-A06-014	Drill & install anchor u/ insert plate. Comp. house, ammonia area	Compressor house	Harap dilakukan pemasangan insert plate sesuai dgn lokasi berikut (Attachmnet)	Engineering Fault	Penambahan insert plate untuk pipe suport	13	Engineering fault (piping)
			Matrial anchor bolt by Samudra Ferro				
			Perubahan elevasi steel beam dan penambahan knee brace akibat		Perubahan elevasi beam	12	Engineering fault (piping)

			perubahan dan permintaan piping		Penambahan braching	2	Engineering fault (piping)
K1B-FEI-C-A06-014	Drill & install anchor u/ insert plate. Comp. house, ammonia area	Compressor house	Harap dilakukan pemasangan insert plate sesuai dgn lokasi berikut (Attachmnet)	Enginnering Fault	Penambahan insert plate untuk pipe suport	13	Engineering fault (piping)
			Matrial anchor bolt by Samudra Ferro				
			Pengurangan insert plate No.3 4bh Karena sudah terpasang				
			Sisa insert plate akan dipakai di lain lokasi				
K1B-FEI-C-A06-015	Fabrication plate, drill & install anchor untuk insert plate compressor house, ammonia area	Compressor house	Harap dilakukan pemsangan insert plate sesuai dgn lokasi berikut (see attachment)	Engineering Fault	Penambahan insert plate untuk pipe suport	13	Engineering fault (piping)
			Scope work : fabrikasi plate, drill concrete untuk anchor, install anchor & plate.				
			Supply material : - Plate by REK				
			Supply material : - Anchor by PT. Samudra Ferro				
K1B-FEI-C-A06-017	Fabrication plate, drill & install anchor untuk insert plate	Compressor house	Harap dilakukan pemsangan insert plate sesuai dgn lokasi berikut (see attachment)	Engineering Fault	Penambahan insert plate untuk pipe suport	13	Engineering fault (electrical)

	compressor house, ammonia area sesuai dengan permintaan electrical		Scope work : fabrikasi plate, drill concrete untuk anchor, install anchor & plate. Supply material : - Plate & anchor by PT.Descona				
K1B-FE1-C-A06-018	Cut beam & fabrication gusset plate compressor house, ammonia area	Compressor house	1. Please cut beam for girder 1GY3-103, 2GY1-103 & 2GY5-103 2. Please fabrication and install gusset plate-457 (PL-457) 1 nos 3. Please fabrication and install gusset plate(PL-257) 1 nos & Rib plate (PL-25) 2 nos for horizontal brace (HB-122) (material by KELSRI)	Construction Fault (survey)	Modifikasi beam dan gusset plate	9	Engineering fault (mechanical)
K1B-FE1-C-A06-019	Clarification of girder 4GY2-102 Compressor house ammonia area	Compressor house	berikut disampaikan bahwa shop drawing no. K1B-61FR01-4GY2-102 yang diberi tanda cloud yang akan di gunakan untuk erection.	Engineering Fault	Metode kerja erection	33	Construction fault
K1B-FE1-C-A06-020	Fabrication plate, drill & install anchor & plate untuk insert plate	Compressor house	Harap dilakukan pemasangan insert plate sesuai dengan lokasi berikut, (see attachment	Engineering Fault	Penambahan insert plate	13	Engineering fault (mechanical)

	compressor house, ammonia area) Scope work : -Drill concrete & install anchor (Rekayasa construction team) -Fabrikasi plate & install plate. (PT. Kelsri) plate supplied by REK				
K1B-FEI-C-A06-021	Fabrikasi plate, Drill & Install anchor dan plate untuk insert plate Compressor House, Ammonia area	Compressor house	Harap dilakukan pemasangan insert plate sesuai dengan lokasi berikut, (see attachment) Scope work: - Drill concrete & install anchor (Rekayasa Construction Team) - Fabrikasi plate & instal plate. (PT.Kelsri)	Engineering Fault	Penambahan insert plate	13	Engineering fault (mechanical)
K1B-FEI-C-A06-024A	Modifikasi girt line ACo	Compressor house	Harap modifikasi girt line Aco (GR1-134, GR1-107, GR1-116, GR1-117 & GR1-118)	Owner Request	Modifikasi girt	28	Engineering fault (civil)
K1B-FEI-C-A06-024B	Fabrikasi angle untuk connection girt line Aco, Compressor house ammonia area	Compressor house	Harap di fabrikasi angle untuk connection Girt line aco (GR1-134, GR1-107, GR1-117 & GR1-118) Seperti sketch terlampir	Owner Request	Modifikasi girt	28	Engineering fault (civil)

K1B-FEI-C-A06-025	Modifikasi beam connection P/R-12 Install insert plate compressor house, ammonia area.	Compressor house	1. Harap fabrikasi dan install additional plate (thickness 6mm) dan modifikasi beam connection p/R-12 Gambar terlampir.	Engineering Fault	Modifikasi beam dan gusset plate	9	Engineering fault (piping)
			2. Harap fabrikasi dan install insert plate seperti gambar terlampir (anchor for insert plate by REK)		Penambahan insert plate untuk pipe suport	13	Engineering fault (piping)
K1B-FEI-C-A06-026	Modifikasi girt support di jack roof compressor house, ammonia area	Compressor house	Harap fabrikasi canel untuk support girt sesuai gambar terlampir	Owner Request	Modifikasi girt	28	Engineering fault (civil)
K1B-FEI-C-A06-027	Modifikasi grating dan fabrikasi steel structure Compressor House, Ammonia Area, sesuai permintaan mechanical dan owner	Compressor house	1. Harap dimodifikasi grating pada stairway di Compressor House Ammonia area seperti sketch terlampir	Engineering Fault	Modifikasi tangga	28	Permintaan owner
			2. Harap difabrikasi dan install beam 2GX6-103 dan knee brace K1B-103 masing-masing 1EA seperti gambar shop drawing terlampir		Penambahan beam	11	Engineering fault (mechanical)
			3. Harap fabrikasi dan install gusset PL-171 (1ons) untuk knee brace K1B-102 seperti gambar		Penambahan braching	2	

			shop drawing terlampir				
K1B-FEI-C-A06-028	Tightening bolting for truss EL.+16000 (T.O.S.) compressor house ammonia area	Compressor house	Berikut ini disampaikan penjelasan tightening bolting untuk truss EL.+16000(T.O.S.), Compressor House Ammonia area seperti gambar terlampir	Proposed by Subcont	Metode kerja erection	33	Proposed subcon
K1B-FEI-C-A06-030	Fabrikasi insert plate untuk handrail compressor house, ammonia area	Compressor house	Fabrikasi insert plate untuk handrail sebanyak 20EA (sketch terlampir),sesuai permintaan piping	Construction Fault (civil)	Penambahan insert plate	13	Engineering fault (piping)
K1B-FEI-C-A06-031	Pemasangan Handrail di Elevasi +7000 Compressor House, Ammonia Area	Compressor house	Harap modifikasi dan pasang handrail di EL+7000 seperti sketch terlampir	Engineering Fault	Modifikasi handrail	23	Engineering fault (civil/safety)
K1B-FEI-C-A06-032	Cut beam and modification gusset plate beam connection compressor house, ammonia area.sesuai dengan permintaan	Compressor house	1. Harap potong beam yang di beri cloud sesuai gambar shop drawing terlampir (Page 2/44 s/d 33/44)	Engineering Fault	Modifikasi beam dan gusset palte	9	Engineering fault (mechanical)
			2. Harap modifikasi gusset plate sesuai detail terlampir (Page 33/44 s/d 40/44)				

	mechanical		3. Harap modifikasi hole anchor bolt pada kolom C1-104 (Page 41/44 s/d 42/44) 4. Harap fabrikasi hole pada girder 5GX-102 (Page 43/44 s/d 44/44)				
K1B-FEI-C-A06-033	Fabrikasi grating support arround ammonia compressor base plate	Compressor house	Fabrikasi grating dan support for platform arround ammonia compressor base plate (A-101,102,103,105-J/JT) Matrial by REK	Owner Request	Penambahan platform	29	Permintaan owner
K1B-FEI-C-A06-035	Add weld at joist Compressor House-Ammonia Area	Compressor house	Harap dilakukan pengelasan pada sambungan antara joist (C-120x55) dengan gusset plate, lokasi seperti attachment terlampir	Owner Request	Modifikasi type sambungan	8	Engineering fault (civil)
K1B-FEI-C-A06-036	Fabrikasi dan install beam EL.+5250 (TOS) Ammonia compressor house	Compressor house	Harap fabrikasi dan instal beam 3GX4-A dan 3GX-B seperti shop drawing terlampir.(terlewat)	Fabrication fault	Penambahan beam	11	Fabrication fault (civil)
K1B-FEI-C-A06-037	Pemasangan flashing di jack roof	Compressor house	Harap di kerjakan pemasangan penambahan flasing di jack roof ammonia compressor house seperti gambar terlampir	Owner Request	Modifikasi roofing	30	Engineering fault (civil)

K1B-FEI-C-A06-038	Install steel platform sekitar Opening Compressor House, Ammonia Area	Compressor house	Berikut kami sampaikan pekerjaan steel erection platform di sekitar Opening Ammonia Compressor House	Owner Request	Penambahan platform	29	Permintaan owner
K1B-FEI-C-A06-039	Fabrikasi Insert plate for platform A-101-J/JT Compressor House, Ammonia Area	Compressor house	Mohon difabrikasi insert plate (see sketch) untuk pemasangan platform A-11-J/JT Compressor House, Ammonia Area	Engineering Fault	Penambahan platform	29	Permintaan owner
K1B-FEI-C-A06-040	Fabrikasi & install gusset plate P/R-12. Comp. House (Di. CM 28-12-2004)	Compressor house	Mohon difabrikasi dan install gusset plate seperti shop drawing terlampir	Fabrication Fault	Penambahan gusset plate	15	Fabrication fault (civil)
K1B-FEI-C-A07-002	Penggantian A Bolt yang rusak Ammonia Area, A-103-E,A-104-E,A-105-E,A-140-C	Steel structure	Harap diganti anchor bolt yang mengalami kerusakan pada pedestal foundation steel structure equipment A-103-E,A-104-E,A-105-E,A-140-C	Construction Fault (civil)	Penggantian anchor bolt	7	Construction fault
K1B-FEI-C-A07-004	Penambahan Beam support piping Ammonia area, PR-7	Pipe Rack-7	Harap ditambahkan beam dan gusset plate untuk support Piping	Engineering Fault	Penambahan beam dan gusset plate	11	Engineering fault (piping)
K1B-FEI-C-A07-005	Fabrikasi gusset plate/beam, HRU ammonia area	Gusset plate	1. Harap di fabrikasi gusset yg di cloud pada gbr terlampir 2. Modifikasi aktual	Engineering Fault	Modifikasi beam dan gusset plate	9	Fabrication fault (civil)

			beam/gusset terpasang sesuai gbr shop drawing no. K1B-61-GR00-C1-1				
K1B-FEI-C-A07-007	Modifikasi gusset pada column HRU, ammonia area	Gusset	1. Harap di fabrikasi gusset yg di cloud pada gbr shop drawing no. K1B-61GR00-C1-16 2. Repair place at lay down area not as site	Engineering Fault	Modifikasi gusset plate	34	Engineering fault (civil)
K1B-FEI-C-A08-002	Perubahan Insert Plate pada A-103-C1/C2 Ammonia area	Insert Plate	Perubahan elevasi dan penambahan Insert Plate pada A-103-C1/C2, Ammonia area.	Licensor request	Perubahan elevasi insert plate	14	Engineering fault (piping)
K1B-FEI-C-A08-003	Rev. FND Railway A-105-D	A-105-D	Di sampaikan perubahan untuk pondasi Rainway track A-105-D	Engineering Fault	Modifikasi railway	31	Engineering fault (mechanical)
K1B-FEI-C-A08-005	Fabrikasi beam A-123 -C1/C2, Ammonia area,atas permintaan mechanical	A-123-C1/C2	1. Mohon di modifikasi beam 62LR00-BY1-2 Menjadi 4BY1-11 seperti shop drawing terlampir	Enfneering Fault	Modifikasi beam	9	Engineering fault (mechanical)
			2. Material H. Beam 62LR00-BY1-2 ada di warehouse / laydown Rekayasa				
K1B-FEI-C-A09-003	Penggantian miss insert plate	A-101BJ2/BJ2T	Mohon dipasang insert plate yang ketinggalan seperti detail berikut (terlampir) di A-101-BJ2/BJ2T, Ammonia area (All material	Construction Fault (civil)	Penambaha n insert plate	13	Construction fault

			supply by PT.Adhi Karya)				
K1B-FEI-C-A09-004	Repair FND A-101-BJ2/BJ2T	Equipment FND	Mohon segera dilakukan modifikasi base plat untuk A-101-BJ2/BJ2T Ammonia area	Construction Fault (civil)	Modifikasi base plate	16	Engineering fault (mechanical)
K1B-FEI-C-A09-005	Fabrikasi gusset dan stiffener yang kurang lengkap untuk Structure A-101-C Steel Structure A-101/102-C	A-101/102-C	Mohon segera difabrikasi gusset dan stiffener yang kurang lengkap untuk Structure A-101/102-C	Fabrication Fault	Penambahan insert plat	13	Construction fault
K1B-FEI-C-A09-006	Primary reformer radiant section (1/3)	Reformer	Berikut dismpaikan perubahan detail untuk pondasi stair di primary reformer radiant section (1/3)	Engineeing Fault	modifikasi tangga	21	Engineering fault (mechanical)
K1B-FEI-C-A09-007	Modifikasi bracing A-101/102-C	A-101/102-C	Harap modifikasi vertikal bracing di line Ace seperti sketch terlampir	Engineering Fault	modifikasi bracing	21	Engineering fault (mechanical)
K1B-FEI-C-A09-008	Fabrikasi gusset plate, A-101/102-C	A-101/102-C	Please fabrication and install gusset plate (PL-17) 2 nos, (PL-18) 2 nos, (PL-19) 2 nos & (PL-20) 2 nos. Material by REK	Fabrication Fault	Penambahan gusset plate	15	Fabrication fault (civil)
K1B-FEI-C-A09-009	Fabrikacation VB-152 EA A-101/102-C,berikut	A-101/102-C	Harap difabrikasi dan install VB-152 EA A-101/102-C,berikut	Fabrication Fault	Penambahan bracing &gusset	2	Engineering fault (civil)

	gussetnya		gussetnya		plate		
K1B-FE1-C-A09-010	Modifikasi stairway A-101-BJ2/BJ2T Ammonia Area	A-101-BJ2/BJ2T	Harap difabrikasi dan install stairway A-101-BJ2/BJ2T seperti shop drawing terlampir	Owner request	Penambahan tangga	22	Permintaan owner
K1B-FE1-C-R09-001	MODIFICATION TEMPORARY SUPPORT EFFLUENT CHEMBER PRIMARY REFORMER A-101-B RADIANT SECTION SESUAI PERMINTAAN SUBCON	REFORMER	1. Mohon segera dilakukan modifikasi temporary support effluent chember seperti sket terlampir 2. Dilakukan pemasangan temporary support	Construction Methode	Modifikasi temporary support	25	Proposed subcon
K1B-FE1-C-R09-002	ADD Temporary beam of radiant arch duct primary reformer 61-101-B radiant section ,sesuai permintaan subcon	REFORMER	Harap dibuatkan temporary beam radiant Arch Duct seperti terlampir	Construction Methode	Modifikasi temporary support	25	Proposed subcon
K1B-FE1-C-R09-003	Modification JIG Effluent Chamber Primary Reformer 61-101-B Radiant Section	REFORMER	Harap dimodifikasi JIG /support Effluent chamber seperti sket terlampir	Engineering Fault	Modifikasi jig/permanen suport	26	Licensor requirement
		REFORMER					

K1B-FEI-C-R09-004	Cut angle (stoper) at flue gas duct	REFORMER	Harap angle (stoper) di flue gas duct (form APG to ID fan) di potong 20mm seperti skeet terlampir	Licensor request	Modifikasi permanen support	26	Licensor requirement
K1B-FEI-C-R09-005	Sabuk frame convection section	REFORMER	Harap dibuat sabuk frame untuk convection section seperti sket terlampir sebagai temporary frame	Construction Methode	Penambahan temporary support	27	Construction method
K1B-FEI-C-R09-006	Support for radiant harp	REFORMER	Harap dibuatkan temporary support for radiant harp seperti sket terlampir	Construction Methode	Penambahan temporary support	27	Construction method
K1B-FEI-C-R09-007	Modification of grating Primary reformer A-101-B	REFORMER	Harap dimodifikasi grating di area reformer seperti sket terlampir	Engineering fault	Modifikasi platform	35	Permintaan owner
K1B-FEI-C-R09-008	ADD Lighting lug convection primary reformer	REFORMER	Harap dibuatkan 4 buah lifting lug convection section seperti skeet terlampir	Construction Methode	Penambahan lifting lug	32	Engineering fault (mechanical)
K1B-FEI-C-R09-009	Change material spring hanger tranfer line primary reformer	REFORMER	Harap di fabrikasi material yang tersebut di instruction No. REF-TK-005. Seperti skeeth terlampir	Licensor request	Modifikasi permanen support	26	Licensor requirement
K1B-FEI-C-R09-010	Change elevation beam APH Primary Reformer 61-101-B	REFORMER	Harap diganti elevasi beam B4Y dari el. +11800 (TOS) Ke ei. +12036 (TOS) seperti sketch terlampir	Licensor request	Perubahan elevasi beam	12	Licensor requirement

K1B-FEI-C-R09-011	Cutting plate support spring hanger transfer line	REFORMER	Replacement of hanging plate for instruction see attachment	Licensor request	Modifikasi permanen support	26	Licensor requirement
K1B-FEI-C-R09-012	Change symbol field weld to shop weld for FB-75x110 at steam injection ring reformer stack	REFORMER	Please welding FB-75x110 at steam injection ring Reformer stack	Construction Methode	Modifikasi type sambungan	8	Licensor requirement
K1B-FEI-C-R09-013	Penetration test for T Steam Ring Injection Primary reformer A-101-B	REFORMER	Steam Ring Injection Should be done penetration test see attachment	Licensor request	Modifikasi type sambungan	8	Licensor requirement
K1B-FEI-C-R09-014	Improvement of spring hanger assembly reformer catalyst tube	REFORMER	Berikut disampaikan work instruction untuk improvement assembly spring hanger catalyst tube seperti yang terlampir	Licensor request	Metode kerja erection	33	Construction method
K1B-FEI-C-R09-015	Improvement of seal plate Primary reformer 61-1401-B	REFORMER	Berikut disampaikan WI untuk improvement of seal plate untuk catalyst tubes	Licensor request	Metode kerja erection	33	Construction method
K1B-FEI-C-R09-016	Straight flange F8 APH, Primary Reformer 61-101-B	REFORMER	Please make straight flange F8 APH see attachment (to be repaired)	Engineering fault	Modifikasi type sambungan	8	Engineering fault (mechanical)
K1B-FEI-C-R09-017	Installation flashing at roofing & siding primary reformer 61-101-	REFORMER	1. harap install flashing pada roofing dan siding seperti sketch terlampir.	Owner request	Modifikasi roofing siding	30	Permintaan owner

	B radiant section						
K1B-FEI-C-R09-018	Carry out the repair of the refractory part and joint of damper primary reformer 61-101-B	REFORMER	Berikut ini disampaikan work instruction untuk perbaikan refractory dan joint di damper seperti yang terlampir.	Construction Fault	Modifikasi type sambungan	8	Engineering fault (mechanical)
K1B-FEI-C-R09-019	Repair Refractory dan joint at Stack Primary Reformer 61-101-B	REFORMER	Please repair joint dan refractory at Stack, Primary Reformer	Construction Fault	Modifikasi type sambungan	8	Engineering fault (mechanical)
K1B-FEI-C-R09-020	Fabrikasi grating for platform stack primary reformer 61-101-B	REFORMER	Harap fabrikasi grating untuk platform stack primary reformer A-101-B	Owner request	Penambahan platform	29	Permintaan owner
K1B-FEI-C-R09-021	Modification beam B2Y EL.+11800 (TOS), APH Structure Primary reformer	REFORMER	Harap modifikasi beam B2Y Line 11 EL.+11800 (TOS), APH structure	Construction methode	Modifikasi beam	9	Licensor requirement
K1B-FEI-C-R09-022	Fabrikasi flange/end plate by pass Duct Primary Reformer 61-101-B yang tidak terfabrikasi	REFORMER	Harap fabrikasi flange/end plate by pass duct sesuai engineering drawing terlampir	Licensor request	Penambahan end plate	18	Fabrication fault (civil)





LAMPIRAN 2
DAFTAR JENIS KESALAHAN / PERUBAHAN DESAIN
STRUKTUR BAJA PROYEK KUJANG 1B

Lampiran 2

DAFTAR JENIS KESALAHAN/PERUBAHAN DESAIN STRUKTUR BAJA

No	Jenis Perubahan	Sumber
1	Modifikasi bracing & gusset plate	Data Proyek (FEI/FS)
2	Penambahan bracing & gusset plate	Data Proyek (FEI/FS)
3	Penambahan rib plate	Data Proyek (FEI/FS)
4	Perubahan jarak kolom	Data Proyek (FEI/FS)
5	Modifikasi kolom	Data Proyek (FEI/FS)
6	Perubahan jarak anchor bolt	Data Proyek (FEI/FS)
7	Penggantian anchor bolt	Data Proyek (FEI/FS)
8	Modifikasi type sambungan	Data Proyek (FEI/FS)
9	Modifikasi beam dan gusset plate	Data Proyek (FEI/FS)
10	Pelepasan beam	Data Proyek (FEI/FS)
11	Penambahan beam	Data Proyek (FEI/FS)
12	Perubahan elevasi beam	Data Proyek (FEI/FS)
13	Penambahan insert plate	Data Proyek (FEI/FS)
14	Perubahan elevasi insert plate	Data Proyek (FEI/FS)
15	Penambahan gusset plate	Data Proyek (FEI/FS)
16	Modifikasi base plate	Data Proyek (FEI/FS)
17	Penambahan base plate	Data Proyek (FEI/FS)
18	Penambahan end plate	Data Proyek (FEI/FS)
19	Penambahan splice connection	Data Proyek (FEI/FS)
20	Penambahan joist	Data Proyek (FEI/FS)
21	Modifikasi tangga	Data Proyek (FEI/FS)
22	Penambahan tangga	Data Proyek (FEI/FS)
23	Modifikasi handrail	Data Proyek (FEI/FS)

24	Penambahan pipe support	Data Proyek (FEI/FS)
25	Modifikasi temporary support	Data Proyek (FEI/FS)
26	Modifikasi permanen support	Data Proyek (FEI/FS)
27	Penambahan temporary support	Data Proyek (FEI/FS)
28	Modifikasi girt	Data Proyek (FEI/FS)
29	Penambahan plateform	Data Proyek (FEI/FS)
30	Modifikasi roofing & sidding	Data Proyek (FEI/FS)
31	Modifikasi rail way	Data Proyek (FEI/FS)
32	Penambahan lifting lug	Data Proyek (FEI/FS)
33	Metode kerja erection	Data Proyek (FEI/FS)
34	Modifikasi gusset plate	Data Proyek (FEI/FS)
35	Modifikasi platform	Data Proyek (FEI/FS)



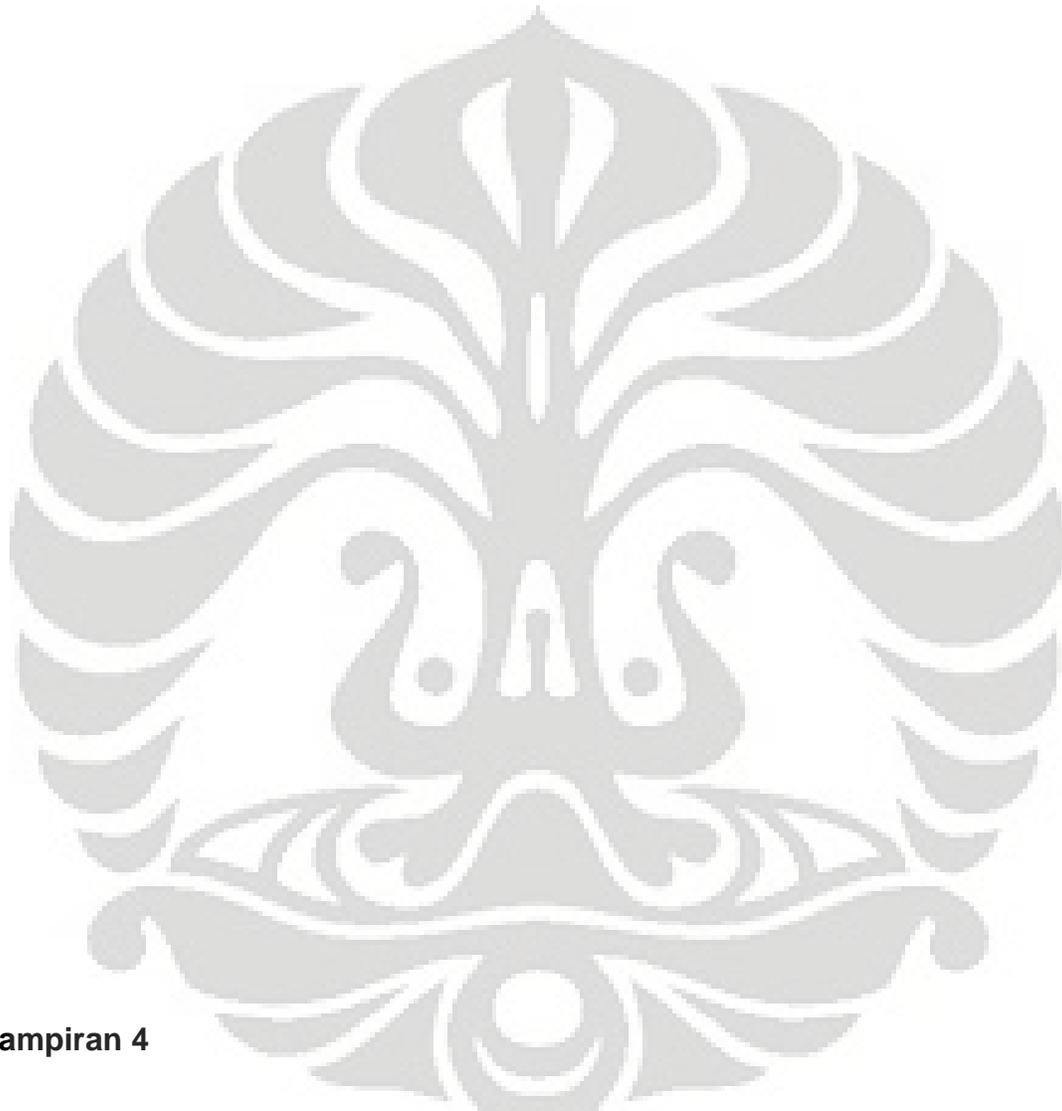
LAMPIRAN 3
FREKWENSI JENIS KESALAHAN / PERUBAHAN
DESAIN STRUKTUR BAJA PROYEK KUJANG 1B

FREKWENSI JENIS KESALAHAN/PERUBAHAN DESAIN STRUKTUR BAJA				
NO	NO. ITEM	JENIS PERUBAHAN	FREKUENSI	PERSEN
27	6	Perubahan jarak anchor bolt	1	0.85%
28	7	Penggantian anchor bolt	1	0.85%
29	17	Penambahan base plate	1	0.85%
30	20	Penambahan joist	1	0.85%
31	24	Penambahan pipe support	1	0.85%
32	13	Penambahan insert plate	20	17.09%
33	31	Modifikasi rail way	1	0.85%
34	9	Modifikasi beam	9	7.69%
35	32	Penambahan lifting lug	1	0.85%
36	15	Penambahan gusset plate	9	7.69%
37	35	Modifikasi platform	1	0.85%
38	11	Penambahan beam	8	6.84%
39	8	Modifikasi type sambungan	7	5.98%
40	33	Metode kerja erection	5	4.27%
41	23	Modifikasi handrail	4	3.42%
42	26	Modifikasi permanent support	4	3.42%
43	28	Modifikasi girt	4	3.42%
44	29	Penambahan platform	4	3.42%
45	2	Penambahan bracing	3	2.56%
46	16	Modifikasi base plate (mismatch dengan anchor civil)	3	2.56%
47	21	Modifikasi tangga	3	2.56%
48	1	Modifikasi bracing	2	1.71%
49	3	Penambahan rib plate	2	1.71%
50	4	Perubahan jarak kolom	2	1.71%
51	10	Pelepasan beam	2	1.71%
52	12	Perubahan elevasi beam	2	1.71%
53	14	Perubahan elevasi insert plate	2	1.71%
54	18	Penambahan end plate	2	1.71%
55	19	Penambahan splice connection	2	1.71%
56	25	Modifikasi temporary support	2	1.71%
57	27	Penambahan temporary support	2	1.71%
58	30	Modifikasi roofing & siding	2	1.71%
59	34	Modifikasi gusset plate	2	1.71%
60	5	Modifikasi kolom	1	0.85%



LAMPIRAN 4

**FREKWENSI PENYEBAB TEKNIS KESALAHAN /
PERUBAHAN DESAIN STRUKTUR BAJA PROYEK
KUJANG 1B**

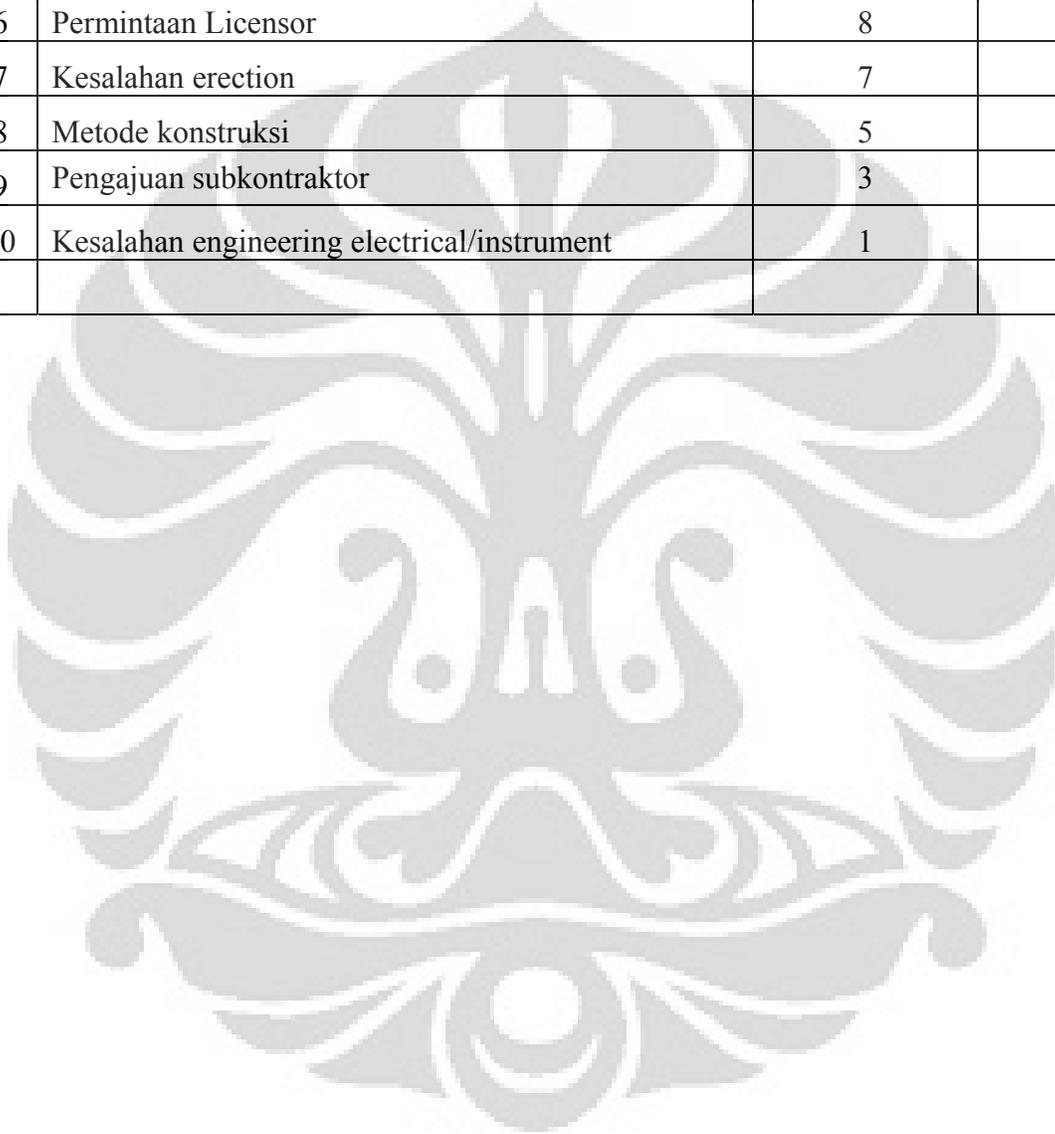


Lampiran 4

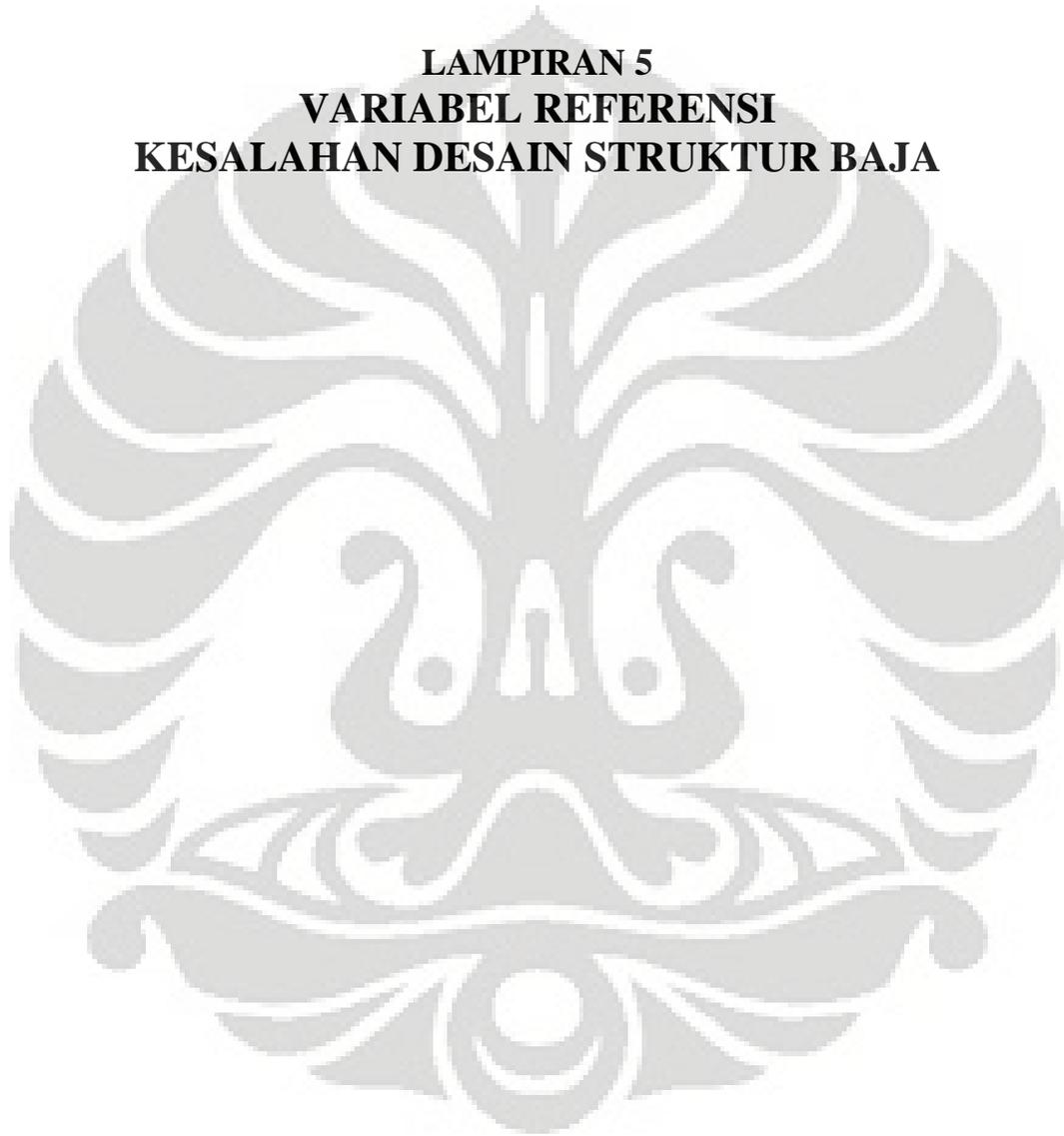
**PREKWENSI PENYEBAB KESALAHAN/PRUBAHAN DESAIN
STRUKTUR BAJA**

NO	KESALAHAN	FREKUENSI	PERSENTASE
----	-----------	-----------	------------

1	Kesalahan engineering piping	34	29.57%
2	Kesalahan engineering mechanical	19	16.52%
3	Kesalahan engineering civil	17	14.78%
4	Kesalahan fabrikasi	14	12.17%
5	Permintaan owner	10	8.70%
6	Permintaan Licensor	8	6.96%
7	Kesalahan erection	7	6.09%
8	Metode konstruksi	5	4.35%
9	Pengajuan subkontraktor	3	2.61%
10	Kesalahan engineering electrical/instrument	1	0.87%



LAMPIRAN 5
VARIABEL REFERENSI
KESALAHAN DESAIN STRUKTUR BAJA

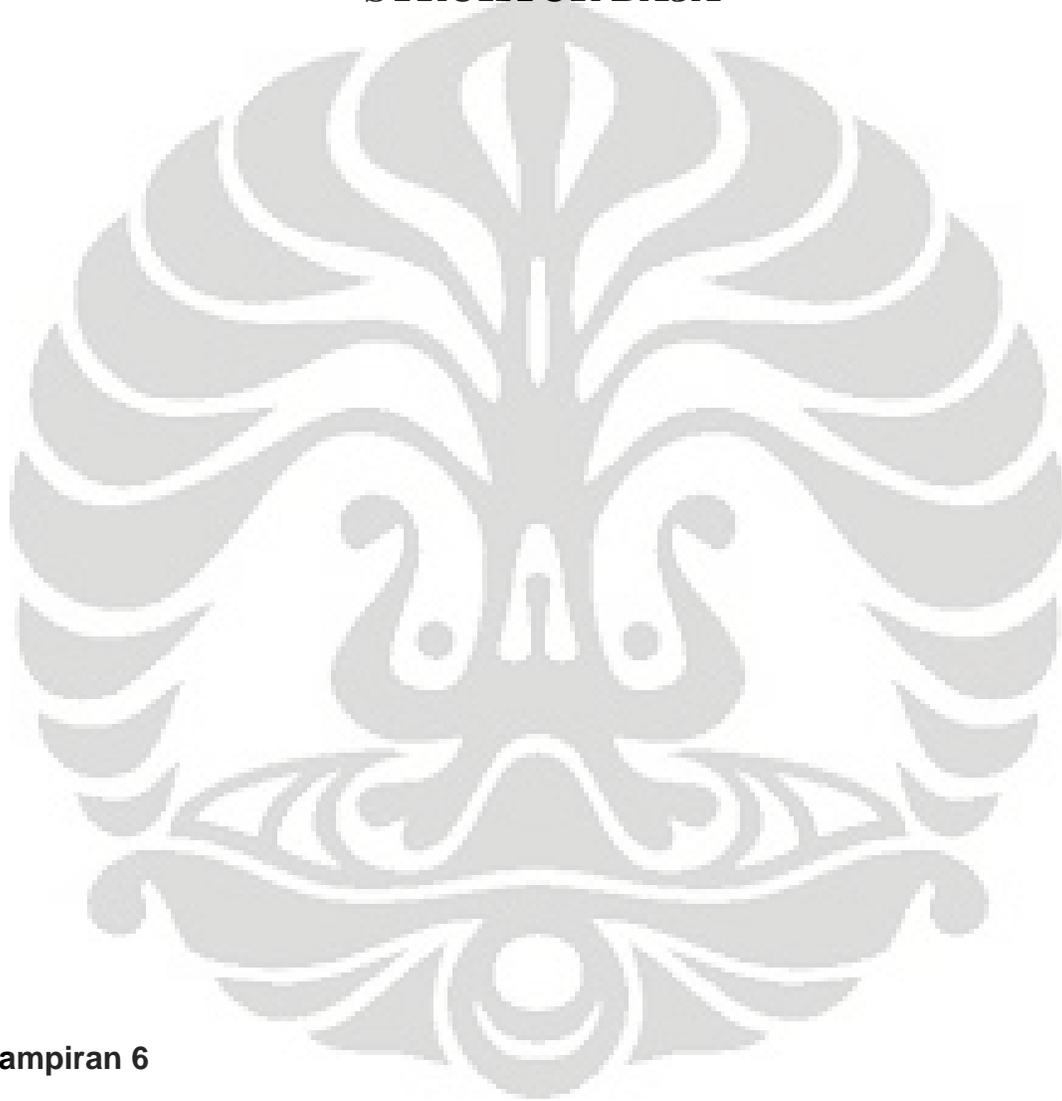


VARIABEL REFERENSI

NO	VARIABEL	SUMBER
-----------	-----------------	---------------

A. Aspek Teknis Desain Kalkulasi		
1	Penentuan konseptual desain	Literatur
2	Penentuan data desain	Literatur
3	Penentuan modelisasi perhitungan	Literatur
4	Pemilihan material	Literatur
5	Penentuan type profil/geometri material	Literatur
6	Penentuan data pembebanan	Literatur
7	Penentuan beban sambungan & efek temperatur	Literatur
8	Penentuan lokasi aksial terhadap geometri profil	Literatur
9	Sistem/type penyambungan	Literatur
B. Aspek Teknis Non Desain Kalkulasi		
10	Pendetailan (transformasi dari hasil hitungan ke gambar)	Literatur
11	Pembuatan gambar kerja	Literatur
12	Metode fabrikasi dan ereksi	Literatur
13	Kualitas dari sambungan	Literatur
14	Pemasngan tidak lurus (<i>alignment</i>)	Literatur
15	Proteksi terhadap karat	Literatur
Note: Data literatur diambil dari buku : <i>Assessment and refurbishment of steel structure</i> karangan Zota agoc dan Joseph Vacant, Penerbit ; <i>taylor & francis</i> , (<i>Paris : 2007</i>)		

LAMPIRAN 6
VARIABEL PENELITIAN JENIS
KESALAHAN/PERUBAHAN DESAIN
STRUKTUR BAJA



Lampiran 6

VARIABEL JENIS KESALAHAN/PERUBAHAN
DESAIN STRUKTUR BAJA

NO	URAIAN	ACUAN
----	--------	-------

	Variabel bebas	
A	Aspek Teknis Non Desain Kalkulasi	
X1	Modifikasi bracing	Data proyek
X2	Penambahan bracing	Data proyek
X3	Penambahan rib plate	Data proyek
X4	Perubahan jarak kolom	Data proyek
X5	Modifikasi kolom	Data proyek
X6	Perubahan jarak anchor bolt	Data proyek
X7	Penggantian anchor bolt	Data proyek
X8	Modifikasi type sambungan	Data proyek,Literatur
X9	Modifikasi beam	Data proyek
X10	Pelepasan beam	Data proyek
X11	Penambahan beam	Data proyek
X12	Perubahan elevasi beam	Data proyek
X13	Penambahan insert plate	Data proyek
X14	Perubahan elevasi insert plate	Data proyek
X15	Penambahan gusset plate	Data proyek
X16	Modifikasi base plate	Data proyek
X17	Penambahan base plate	Data proyek
X18	Penambahan end plate	Data proyek
X19	Penambahan splice conection	Data proyek,Literatur
X20	Penambahan joist	Data proyek
X21	Modifikasi tangga	Data proyek
X22	Penambahan tangga	Data proyek
X23	Modifikasi handrail	Data proyek
X24	Penambahan pipe support	Data proyek
X25	Modifikasi temporary support	Data proyek
X26	Modifikasi permanen support	Data proyek
X27	Penambahan temporary support	Data proyek
X28	Modifikasi girt	Data proyek
X29	Penambahan platform	Data proyek

X30	Modifikasi roofing & siding	Data proyek
X31	Modifikasi rail way	Data proyek
X32	Penambahan lifting lug	Data proyek
X33	Metode kerja erection	Data proyek,Literatur
X34	Modifikasi gusset plate	Data proyek
X35	Pembuatan gambar kerja	Data proyek,Literatur
B	Aspek Teknis Desain Kalkulasi	
X36	Kesalahan desain kalkulasi	Data proyek,Literatur
	Variabel terikat	
Y1	Probabilitas dominasi jenis kesalahan/perubahan desain struktur baja	Hasil identifikasi

Note
:

1. Data literatur diambil dari buku : Assesment and refurbishment of steel structure karangan Zota agoc & Joseph Vacant
2. Data Proyek diabil dari dokumen Field Engineering Instruction/Sketch (FEI/FS)

LAMPIRAN 7
VARIABEL PENELITIAN ALASAN TEKNIS
KESALAHAN/PERUBAHAN DESAIN
STRUKTUR BAJA



Lampiran 7

VARIABEL ALASAN TEKNIS
KESALAHAN/PERUBAHAN DESAIN STRUKTUR
BAJA

NO	KESALAHAN	ACUAN
A	Variabel bebas	
X1	Kesalahan engineering piping	Data Proyek/Literatur
X2	Kesalahan engineering mechanical	Data Proyek/Literatur
X3	Kesalahan engineering electrical	Data Proyek/Literatur
X4	Kesalahan engineering instrument	Data Proyek/Literatur
X5	Kesalahan engineering civil	Data Proyek/Literatur
X6	Permintaan owner	Data Proyek
X7	Permintaan licensor	Data Proyek
X8	Kesalahan erection	Data Proyek/Literatur
X9	Metode kerja	Data Proyek/Literatur
X10	Kesalahan fabrikasi	Data Proyek
B	Variabel Terikat	
Y1	Probabilitas dominasi alasan teknis terjadinya kesalahan/perubahan desain	Hasil Identifikasi

Note
:

1. Data literatur diambil dari buku : Assesment and refurbishment of steel structure karangan Zota agoc & Joseph Vacant
2. Data Proyek diabil dari dokumen Field Engineering Instruction/Sketch (FEI/FS)



LAMPIRAN 8
KUESIONER PENELITIAN

**Kuesioner : Identifikasi Kesalahan Desain Struktur Baja Pada Proyek EPC
Studi Kasus Pembangunan Pabrik Pupuk Kujang 1 B (K1B)
Cikampek,Jabar**

Pendahuluan

Struktur baja pada suatu bangunan industri memegang peranan yang sangat penting, sebagai suatu fasilitas untuk menopang suatu peralatan produksi ataupun suatu instalasi produksi. Demikian halnya pada proyek pembangunan pabrik pupuk ammonia-urea yang mempunyai peralatan industri yang cukup berat dan diposisikan pada ketinggian tertentu guna mencapai suatu proses produksi yang optimal.

Terjadinya banyak perubahan desain struktur baja pada tahap konstruksi yang disebabkan oleh berbagai variasi penyebab kesalahan akan berdampak pada biaya (*cost*), waktu penyelesaian proyek (*schedule*), ataupun dari segi kualitas pekerjaan yang sangat dimungkinkan akan terjadi penurunan kualitas pekerjaan. Identifikasi kesalahan atau perubahan desain struktur baja akan membantu dalam peningkatan kinerja secara terus menerus, sehingga diharapkan pada proyek berikutnya kesalahan tersebut bisa diminimalkan atau bahkan dihilangkan.

Pada proyek EPC yang melibatkan beberapa disiplin, terjadinya perubahan atau kesalahan pada satu disiplin akan menyebabkan perubahan atau kesalahan pada disiplin lain, artinya masalah yang terjadi pada satu disiplin akan mengakibatkan masalah baru pada disiplin lain.

Tujuan kuesioner

Mendapatkan gambaran mengenai jenis perubahan desain struktur baja pada proyek EPC dan penyebab teknis perubahan desain tersebut serta mengukur perubahan dan penyebabnya.

Saluran Kontak

Pertanyaan dan konfirmasi kuesioner dapat disampaikan kepada Triana A, 021-7988700 Ext.1468. HP 08567834732, atau email [triana@rekayasa.co.id](mailto: triana@rekayasa.co.id)

Data Responden

Nama : _____ Paraf _____
Jabatan : _____
Masa Kerja di Perusahaan ini : _____
Jabatan di Proyek K1B : _____
No. Telepon/Fax : _____
Alamat email : _____
Pendidikan terakhir : _____
Divisi/departement : _____

Petunjuk pengisian Kuesioner

- Berilah tanda (x) atau (√) pada kolom frekuensi/seringnya terjadi yang disediakan dengan jawaban yang alami/temukan.
- Jika anda tidak mengalami/menemukan kondisi yang ditanyakan ,anda dapat menyatakan pendapat anda berdasarkan pengamatan anda.
- Hal lain yang menurut anda sangat terkait dengan subyek kuesioner dan belum tercajup dalam pertanyaan dapat anda tuliskan pada bagian akhir kuesioner (kolom opini)
- Kriteria jawaban Umum
Frekuensi/seringnya terjadi :

1. Sangat rendah
2. Rendah
3. Sedang
4. Tinggi
5. Sangat tinggi

Atau Tidak, untuk jawaban pada kondisi yang anda anggap tidak terjadi.



I. Jenis Perubahan Desain Struktur Baja

<i>Seberapa sering menurut anda terjadinya perubahan desain struktur baja seperti tersebut dibawah ini terjadi pada proyek kumpang 1B ?</i>		Terjadi					Tidak Terjadi
		1	2	3	4	5	
1	Modifikasi bracing						
2	Penambahan bracing						
3	Penambahan rib plate						
4	Perubahan jarak kolom						
5	Modifikasi kolom						
6	Perubahan jarak anchor bolt						
7	Penggantian anchor bolt						
8	Modifikasi handrail						
9	Modifikasi beam						
10	Pelepasan beam						
11	Penambahan pipe support						
12	Perubahan elevasi beam						
13	Penambahan insert plate						
14	Perubahan elevasi insert plate						

15	Modifikasi type sambungan						
16	Modifikasi base plate						
<i>Seberapa sering menurut anda terjadinya perubahan desain struktur baja seperti tersebut dibawah ini terjadi pada proyek kumpang 1B ?</i>		Terjadi					Tidak Terjadi
		1	2	3	4	5	
17	Penambahan base plate						
18	Penambahan end plate						
19	Penambahan splice conection						
20	Penambahan joist						
21	Modifikasi tangga						
22	Penambahan tangga						
23	Penambahan gusset plate						
24	Penambahan pipe support						
25	Modifikasi temporary support						
26	Modifikasi permanen support						
27	Penambahan temporary support						

28	Modifikasi girt						
29	Penambahan platform						
30	Modifikasi roofing & siding						
31	Modifikasi rail way						
32	Penambahan lifting lug						

<i>Seberapa sering menurut anda terjadinya perubahan desain struktur baja seperti tersebut dibawah ini terjadi pada proyek kumpang 1B ?</i>		Terjadi					Tidak Terjadi
		1	2	3	4	5	
33	Metode kerja erection						
34	Modifikasi gusset plate						
35	Pembuatan gambar kerja						
36	Akibat kesalahan desain kalkulasi						

II. Alasan Teknis Terjadinya Perubahan Desain Struktur Baja

<i>Menurut anda seberapa sering munculnya perubahan diatas yang disebabkan karena hal-hal tersebut dibawah ini?</i>		Terjadi					Tidak Terjadi
		1	2	3	4	5	
1	Kesalahan engineering piping						
2	Kesalahan engineering mechanical						
3	Kesalahan engineering civil						
4	Kesalahan engineering instrument						

<i>Menurut anda seberapa sering munculnya perubahan diatas yang disebabkan karena hal-hal tersebut dibawah ini?</i>		Terjadi					Tidak Terjadi
		1	2	3	4	5	
5	Kesalahan engineering electrical						
6	Permintaan owner						
7	Permintaan Licensor						
8	Kesalahan erection						
9	Metode kerja						
10	Kesalahan fabrikasi						



LAMPIRAN 9
TABULASI DATA KUESIONER



Lampiran 9

**TABULASI DATA HASIL KUESIONER
FREKUENSI TYPE KESALAHAN**

Responden No.	Divisi/Dept	Jabatan	Pendidikan	Pengalamana Kerja (tahun)	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	5	QC.Inspector		5	4	3	3	2	3	2	2	4	4	1
2	2	Shop Expediter		10	4	2	3	2	3	2	2	4	4	2
3	5	Welding inspector		6	4	3	3	2	3	2	2	4	4	2
4	1	Designer/field eng.		8	4	3	2	3	4	3	2	5	5	4
5	2	Shop Expediter		12	4	3	3	3	4	3	2	4	4	2
6	3	Construction Mng.		15	4	3	2	2	4	3	2	5	5	3
7	3	Supervisor		2	4	3	4	3	2	2	5	5	5	2
8	1	Field Engineer		7	4	3	3	2	4	2	2	5	5	3
9	3	Supervisor		5	4	3	3	2	4	2	2	4	5	3
10	1	Engineer		6	4	3	2	2	4	3	2	5	5	3
11	5	QC.Inspector		10	4	3	3	2	3	2	4	4	3	3
12	5	QC.manager		15	4	3	3	2	3	4	3	4	4	1
13	1	Senior Engineer		7	4	3	2	2	4	2	2	4	5	3
14	5	Superintendent		8	4	3	2	3	4	3	2	4	5	2
15	3	Project Control		4	4	3	2	3	4	2	2	4	5	3

16	4	Senior Engineer		9	4	3	3	2	4	2	2	5	6	3
17	1	Field Engineer		6	4	3	2	3	4	2	2	4	5	3
18	1	Shop Expediter		23	4	3	3	2	4	2	3	5	5	3
19	2	Engineering Manager		15	4	3	2	3	4	2	2	4	5	3
20	1	Designer/field eng.		4	4	3	2	2	4	2	2	4	5	3
21	1	Engineer		4	4	3	2	3	4	2	2	4	5	3
22	1	Supervisor		3	4	3	2	2	4	3	3	4	5	3
23	3	Area superintendent		12	4	3	2	2	4	2	2	4	4	3
24	3	Field Engineer		5	4	3	2	2	4	2	2	4	5	3
25	1	Field Engineer		5	4	3	2	2	4	2	2	4	4	3
26	3	Project Control		5	4	3	2	2	4	2	2	4	4	2
27	4	Supervisor		3	4	4	2	3	4	2	2	4	5	3
28	3	Engineer		3	4	3	2	2	4	3	2	4	5	3
29	1	Superintendent		7	4	3	2	2	4	2	2	4	5	3
30	3	Area superintendent		10	4	3	2	2	4	2	2	4	4	3
31	3	Chief QC		9	4	3	2	2	4	2	2	4	5	3
32	4	Supervisor		3	4	3	4	3	4	1	2	4	4	2
32	3	QC.Inspector		8	4	3	2	2	5	2	2	4	4	3

Lampiran 9
TABULASI DATA HASIL KUESIONER
FREKUENSI PENYEBAB KESALAHAN

Responden No.	Divisi/Dept	Jabatan	Pengalaman Kerja (tahun)	VARIABEL									
				X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	5	QC.Inspector	5	6	5	6	2	3	4	4	3	4	3
2	2	Shop Expediter	10	6	5	6	2	3	3	2	3	4	3
3	5	Welding inspector	6	6	5	6	1	3	4	3	3	4	3
4	1	Designer/field eng.	8	6	5	5	1	3	3	3	3	4	2
5	2	Shop Expediter	12	6	5	5	1	3	3	3	4	4	3
6	3	Construction Manager	15	6	5	5	1	4	4	3	2	4	2
7	3	Supervisor	2	6	5	6	2	4	4	3	4	4	3
8	1	Field Engineer	7	6	5	5	1	3	3	3	2	4	3
9	3	Supervisor	5	6	5	5	1	4	4	3	3	4	2
10	1	Engineer	6	6	5	4	1	4	4	3	3	4	3
11	5	QC.Inspector	10	5	4	5	1	3	3	3	4	4	3
12	5	QC.manager	15	6	5	5	2	4	4	3	3	4	2
13	1	Senior Engineer	7	6	5	4	2	4	4	3	3	4	2
14	5	Superintendent	8	6	5	5	1	3	3	2	3	4	2
15	3	Project Control	4	6	4	5	1	4	4	2	3	4	2
16	4	Senior Engineer	9	6	5	5	1	4	4	3	3	4	2

17	1	Field Engineer	6	6	5	5	2	4	3	3	3	4	3
18	1	Shop Expediter	23	6	5	5	1	3	3	2	3	4	3
19	2	Engineering Manager	15	6	5	5	2	4	3	2	3	4	3
20	1	Designer/field eng.	4	6	5	5	1	4	3	3	3	4	2
21	1	Engineer	4	6	5	5	2	3	3	2	3	4	2
22	1	Supervisor	3	6	5	5	2	4	3	2	3	4	2
23	3	Area superintendent	12	6	5	5	1	4	3	3	3	4	2
24	3	Field Engineer	5	6	5	5	2	3	3	2	3	4	2
25	1	Field Engineer	5	6	5	5	2	3	3	3	3	4	2
26	3	Project Control	5	6	6	5	1	4	4	3	3	4	2
27	4	Supervisor	3	6	5	5	1	3	3	2	3	4	2
28	3	Engineer	3	6	5	5	2	4	3	2	4	4	2
29	1	Superintendent	7	6	5	5	2	4	3	2	3	4	2
30	3	Area superintendent	10	6	5	5	2	4	3	2	3	4	2
31	3	Chief QC	9	6	6	5	2	4	4	3	3	4	3
32	4	Supervisor	3	6	5	5	1	4	3	3	3	4	1
32	3	QC.Inspector	8	6	5	5	2	3	4	3	3	4	2

Keterangan :

Disi/Departemen :

1. Engineering
2. Procurement

3. Construction
4. Project Control
5. Quality Control





LAMPIRAN 10
ANALISIS DESKRIPTIF
JENIS KESALAHAN/PERUBAHAN DESAIN STRUKTUR BAJA

	VAR00001	VAR00002	VAR00003	VAR00004	VAR00005	VAR00006	VAR00007	VAR00008	VAR00009
N Valid	33	33	33	33	33	33	33	33	33
Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean	4	3	2.424242424	2.303030303	3.818181818	2.242424242	2.242424242	4.212121212	4.636363636
Median	4	3	2	2	4	2	2	4	5
Mode	4	3	2	2	4	2	2	4	5
Std. Deviation	0	0.25	0.613916883	0.466693722	0.527644853	0.560708426	0.662867965	0.41514875	0.603022

	VAR00010	VAR00011	VAR00012	VAR00013	VAR00014	VAR00015	VAR00016	VAR00017	VAR00018
N Valid	33	33	33	33	33	33	33	33	33
Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean	2.696969697	4.333333333	3.484848485	5.878787879	4.939393939	4.606060606	2.878787879	2.545454545	2.484848485
Median	3	4	3	6	5	5	3	3	2
Mode	3	5	3	6	5	5	3	2	2
Std. Deviation	0.636634142	0.8539126	0.712443512	0.331433983	0.348155312	0.555618683	0.484611685	0.564076075	0.618527

	VAR00019	VAR00020	VAR00021	VAR00022	VAR00023	VAR00024	VAR00025	VAR00026	VAR00027
N Valid	33	33	33	33	33	33	33	33	33
Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean	3.909090909	2.2424242	3.151515152	2.96969697	5.03030303	5.212121212	4.181818182	4.909090909	4.181818182
Median	4	2	3	3	5	5	4	5	4
Mode	4	2	3	3	5	5	4	5	4
Std. Deviation	0.384353057	0.5018904	0.565752382	0.585493835	0.174077656	0.41514875	0.464660189	0.522232968	0.583874

Statistics

	VAR00028	VAR00029	VAR00030	VAR00031	VAR00032	VAR00033	VAR00034	VAR00035	VAR00036
N Valid	33	33	33	33	33	33	33	33	33
Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean	2.151515152	3.1212121	2.060606061	3.151515152	2.333333333	4.060606061	4.303030303	3.333333333	1.484848485
Median	2	3	2	3	2	4	4	3	1
Mode	2	3	2	3	2	4	4	3	1
Std. Deviation	0.364109541	0.4151488	0.348155312	0.364109541	0.692218655	0.242305842	0.529436522	0.478713554	0.565752





LAMPIRAN 11
ANALISIS DESKRIPTIF
ALASAN TEKNIS KESALAHAN/PERUBAHAN DESAIN
STRUKTUR BAJA

	VAR00001	VAR00002	VAR00003	VAR00004	VAR00005	VAR00006	VAR00007
N Valid	33	33	33	33	33	33	33
Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean	5.969697	5	5.0606061	1.4848485	3.5757576	3.3939394	2.6666667
Median	6	5	5	1	4	3	3
Mode	6	5	5	1	4	3	3
Std. Deviation	0.1740777	0.3535534	0.4286165	0.5075192	0.5018904	0.4961977	0.5400617

Statistics

	VAR00008	VAR00009	VAR00010
N Valid	33	33	33
Missing	0	0	0
Mean	3.0606061	4	2.3333333
Median	3	4	2
Mode	3	4	2
Std. Deviation	0.4286165	0	0.5400617

