



TUGAS AKHIR - RC141501

**EVALUASI RISIKO PADA PROYEK PEMBANGUNAN
MASS RAID TRANSIT JAKARTA
*ELEVATED SECTION CP-102***

DWIKI DAMAR SAMUDRO
NRP. 03111340000118

Dosen Pembimbing
Cahyono Bintang Nurcahyo, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018



TUGAS AKHIR – RC141501

**EVALUASI RISIKO PADA PROYEK PEMBANGUNAN
MASS RAPID TRANSIT JAKARTA
*ELEVATED SECTION CP-102***

DWIKI DAMAR SAMUDRO
NRP. 3113100118

Dosen Pembimbing :
Cahyono Bintang Nurcahyo ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan Dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



FINAL PROJECT – RC141501

***RISK EVALUATION on THE PROJECT OF MASS RAPID
TRANSIT CONSTRUCTION JAKARTA
ELEVATED SECTION CP-102***

DWIKI DAMAR SAMUDRO
NRP. 3113100118

Supervisor :
Cahyono Bintang Nurcahyo ST., MT.

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil Environmental and Geo Engineering
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2018

“This page intentionally left blank”

**EVALUASI RISIKO PADA PROYEK PEMBANGUNAN
MASS RAPID TRANSIT JAKARTA ELEVATED SECTION
CP-102**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
Dwiki Damar Samudro
NRP. 3113 100 118

Disetujui oleh Pembimbing I dan Pembimbing II

1. Cahyono Bintang Nurcahyo, S.T., M.T.



SURABAYA

JANUARI, 2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**EVALUASI RISIKO PADA PROYEK PEMBANGUNAN
MASS RAPID TRANSIT JAKARTA
ELEVATED SECTION CP-102**

Nama Mahasiswa : Dwiki Damar Samudro
NRP : 3113 100 118
Jurusan : Teknik Sipil-FTLSK-ITS
Dosen Pembimbing: Cahyono Bintang Nurcahyo ST, MT

Abstrak

Pekerjaan *box girder* pada proyek *Mass Rapid Transit* Jakarta CP-102 merupakan konstruksi *superstructure* di bidang *elevated section* atau jalan layang dengan biaya normal pekerjaan sebesar Rp. 2.863.181.871.00 dan durasi normal 47,83 jam untuk setiap bentang. Terdapat 34 *risk item* pada pekerjaan tersebut, sehingga perlu dilakukan evaluasi risiko yang berpengaruh terhadap biaya dan waktu pekerjaan.

Evaluasi risiko diterapkan dengan analisis kuantitatif dengan memberikan nilai probabilitas dan dampak pada *risk item*, berupa bertambahnya biaya setelah memperhitungkan aspek risiko (*risk cost*) dan bertambahnya durasi pekerjaan setelah memperhitungkan aspek risiko (*risk time*). Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengumpulan data sekunder, pengumpulan data primer, dan evaluasi risiko biaya dan waktu.

Dengan evaluasi risiko yang diterapkan pada pekerjaan *box girder* MRT CP-102, terdapat penambahan biaya (*risk cost*) sebesar 57% atau Rp 4.949.327.949 dan penambahan durasi (*risk time*) sebesar 66% atau 72 jam untuk setiap bentang.

Kata Kunci - Box Girder, Evaluasi Risiko, Risk Cost, Risk Time, Mass Rapid Transit.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**RISK EVALUATION on THE PROJECT OF MASS RAPID
TRANSIT CONSTRUCTION JAKARTA
ELEVATED SECTION CP-102**

Name : *Dwiki Damar Samudro*
NRP : *3113 100 118*
Department : *Teknik Sipil-FTLSK-ITS*
Supervisor : *Cahyono Bintang Nurcahyo ST.,MT*

Abstract

The box girder works on the Mass Rapid Transit project Jakarta CP-102 is a superstructure construction of elevated section or highway with a normal cost of Rp. 2.863.181.871.00 and the normal duration is 47.83 hours for each span. There are 34 risk items on the works, so it is necessary to evaluate the risks to cost and time of works.

Evaluation of risk is applied by quantitative analysis that is by giving value and impact on risk item, which is an additional cost after calculating the risk aspect (risk cost) and additional time scheduling after calculating the risk aspect (risk time). The methoda that has been used to this research are collecting the primary and secondary data, and evaluating risks based on cost and duration.

With the risk evaluation that have been applied to box girder work on the project of MRT CP-102, there is 57% cost increase or Rp 4,949,327,949 and 66% or 72 hour risk time delay for each span.

Keywords - Box Girder Work, Risk Evaluation, Risk Cost, Risk Time, Mass Rapid Transit.

“This page intentionally left blank”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan atas kehadiran Allah Yang Maha Esa karena berkat rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, saya dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Evaluasi Risiko Pada Proyek Pembangunan Mass Rapid Transit Jakarta Elevated Section CP-102”

Penyusunan tugas akhir ini salah satu syarat akademik pada program studi S-1Teknik Sipil ITS. Tujuan dari penulisan Proyek Tugas Akhir ini, yaitu agar mahasiswa dapat mengaplikasikan secara langsung ilmu-ilmu yang di dapat di bangku perkuliahan pada pekerjaan langsung di lapangan. Pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Adapun ucapan terima kasih tersebut penulis ajukan kepada :

1. Orang Tua, kakak, dan keluarga besar ayah yang senantiasa mendidik serta memberikan doa dan dukungan baik secara moril dan materil yang tak terhingga.
2. Bapak Cahyono Bintang Nurchayo, ST. MT. selaku dosen konsultasi proposal hingga tugas akhir yang sejak awal telah memberikan waktu, kesempatan, dan ilmu nya dalam menyusun laporan tugas akhir ini.
3. Bapak Fahari Satel, ST. selaku Civil Engineer TWJO dan pembimbing selama kerja praktek yang telah memberikan ilmu terkait metode pelaksanaan pekerjaan box girder dan memeberikan waktunya sebagai narasumber
4. Bapak Ramley Mercys, ST. selaku HSE Manager TWJO CP-102 yang telah memeberikan waktunya sebagai narasumber.

5. Ibu Fakhriyah, ST. selaku Risk Engineer TWJO yang telah bersedia memberikan data-data yang dibutuhkan.
6. Teman-teman Teknik Sipil yang telah mendukung kami dalam penulisan laporan ini.
7. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, atas segala bantuan dan dukungannya.

Dalam penulisan laporan ini, penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan. Maka kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi kebaikan laporan ini. Akhir kata semoga dengan adanya penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat dan dapat menambah ilmu pengetahuan bagi semua pihak.

Surabaya, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penulisan	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek Konstruksi	5
2.2 <i>Mass Rapid Transit</i>	5
2.3 Sistem Manajemen Konstruksi	6
2.4 Risiko dalam Proyek Konstruksi	7
2.5 Manajemen Risiko	6
2.6 Identifikasi Risiko	9
2.7 Analisis Risiko	13
2.7.1 Analisis Risiko Secara Kualitatif	13
2.7.2 Penilaian Risiko Probabilitas dan Dampak	16
2.7.3 Analisis Risiko secara Kuantitatif	18
2.8 <i>Risky Project Professional</i>	22
2.9 Secondary Risk dan Residual Risk	23

2.10 Rencana Respon Risiko(<i>Risk Response Planning</i>).....	23
2.11 Pengawasan dan Kontrol Risiko	24

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian	27
3.2 Sumber Penelitian.....	27
3.3 Langkah-langkah Penelitian	29
3.4 Jenis dan Teknik Pengumpulan Data	30
3.4.1 Jenis Data	30
3.4.2 Teknik Pengumpulan Data	31
3.5 Wawancara	31
3.6 Kuisisioner	31
3.7 Pengolahan Data.....	32

BAB IV GAMBARAN UMUM PROYEK

4.1 Nama dan Lokasi Proyek.....	33
4.2 Ringkasan Umum Proyek	34
4.3 Pekerjaan Viaduct Proyek	35
4.4 <i>Resources</i>	37
4.5 Metode Pekerjaan <i>Span-by-Span Erection</i>	38
4.5.1 <i>Launching of Gantry</i>	39
4.5.2 <i>Erection Box Girder</i>	40
4.5.3 <i>Post Tension</i>	42
4.6 Analisis Durasi dan Biaya Pekerjaan Box Girder ..	43
4.6.1 Analisis Durasi Pekerjaan Box Girder.....	44
4.6.2 Analisis Biaya	55

BAB V EVALUASI RISIKO BIAYA DAN WAKTU

5.1 Pendahuluan	61
5.2 Identifikasi Risiko dan <i>Existing Control Measures</i> (<i>ECMs</i>).....	62
5.3 Skala Probabilitas dan Dampak Risiko	66
5.4 Matriks Probabilitas dan Dampak	68
5.5 <i>Risk Control Measures</i> (RCMs) dan <i>Residual</i> <i>Risk Analysis</i>	68
5.6 Wawancara dan Penilaian Para Pakar	75
5.7 Hasil Wawancara dan Penilaian	76
5.8 Pengolahan Data <i>Time Risk</i>	83
5.9 <i>Summary</i>	88

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan.....	89
6.2 Saran.....	90

DAFTAR PUSTAKA	91
-----------------------------	----

LAMPIRAN	93
-----------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Proses Identifikasi Risiko	10
Tabel 2.2 Proses Analisis Risiko Secara Kualitatif.....	14
Tabel 2.3 Skala <i>Output</i> Probabilitas Variabel Risiko	17
Tabel 2.4 Skala <i>Output</i> Dampak Variabel Risiko Terhadap Waktu	17
Tabel 2.5 Skala <i>Output</i> Dampak Variabel Risiko Terhadap Biaya	17
Tabel 2.6 Proses Analisis Risiko Secara Kuantitatif.....	18
Tabel 2.7 Risk <i>Item</i> dan EMV	20
Tabel 3.1 Contoh Kuisisioner Penilaian Kejadian Risiko dan Dampak.....	32
Tabel 4.2 Jarak Antara <i>Pier Column</i> pada CP-102.....	36
Tabel 4.3 Resources pada Metode span-by-span CP-102.....	37
Tabel 4.4 Durasi Pekerjaan <i>Launching of Gantry</i>	45
Tabel 4.5 Durasi Pekerjaan <i>Lifting Up Segment</i> dan <i>Setting Position</i> Hari pertama	46
Tabel 4.6 Durasi Pekerjaan <i>Lifting Up Segment</i> dan <i>Setting Position</i> Hari Kedua	48
Tabel 4.7 Durasi Total Pekerjaan <i>Lifting Up Segment</i> dan <i>Setting Position</i> hari Kedua	49
Tabel 4.8 Durasi Pekerjaan <i>Epoxy Applying</i> dan <i>Temporary Stressing</i>	50
Tabel 4.10 Durasi Pekerjaan Pemasangan Pipa HDPE.....	52
Tabel 4.11 Durasi Pekerjaan Pemasangan Strand ke Pipa HDPE.....	53
Tabel 4.12 Durasi Pekerjaan <i>Stressing Permanent</i>	54
4.13 Indeks Tenaga Kerja Pekerjaan <i>Launching Gantry</i>	56

4.14 <i>Bill of Quantity</i> Pekerjaan <i>Launching Gantry</i>	57
4.15 Indeks Tenaga Kerja Pekerjaan <i>Erection Box Girder</i>	58
4.16 <i>Bill of Quantity</i> Pekerjaan <i>Erection Box Girder</i>	58
4.17 Indeks Tenaga Kerja Pekerjaan <i>Post Tensioning</i>	59
4.18 Biaya Pekerjaan <i>Post Tensioning</i> per KG.....	60
5.1 Risk Item Sebelum Proyek Dimulai dan ECM	63
5.2 Skala Probabilitas Risiko yang digunakan TWJO	67
5.3 Skala Dampak Risiko yang Digunakan oleh TWJO	67
5.4 Matriks Probabilitas dan Dampak.....	68
5.5 Risk Control Measures(RCMs) dan Residual Risk Analysis	70
5.6 Narasumber TWJO.....	75
5.7 Hasil Wawancara dan Penilaian Pakar	77
5.8 Kriteria Nilai pada <i>Risky Project Professional</i>	84
5.9 Penyesuaian Nilai Pada Data Asli	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Probability and Impact Matrix</i>	15
Gambar 2.2 Diagram <i>Decision Tree</i>	21
Gambar 2.3 <i>Tornado Diagram</i>	21
Gambar 3.1 Lokasi Proyek CP-102 pada tahap 1	28
Gambar 3.2 Diagram Alir Metode Penelitian	29
Gambar 4.1 Peta Lokasi Proyek	34
Gambar 4.2 <i>Cross Section Viaduct</i>	36
Gambar 4.3 Alur Aktivitas Pekerjaan <i>Box Girder</i>	38
Gambar 4.4 Posisi <i>Gantry</i> pada <i>Typical Span</i>	39
Gambar 4.5 Posisi <i>gantry</i> pada <i>Curved Span</i>	40
Gambar 4.6 Posisi Tempat Parkir Sementara	41
Gambar 5.1 <i>Span</i> yang Menumpu pada <i>Pier</i>	61
Gambar 5.2 Bentang yang Mulai Menyatu	62
Gambar 5.3 Proses Wawancara Penilaian Kejadian Risiko dan Dampak biaya Waktu	75
Gambar 5.4 Langkah Awal Pengolahan Data <i>Time Risk</i>	83
Gambar 5.5 <i>Input Risk Item</i> dan Nilai “ <i>Chance</i> ” dan “ <i>Outcome</i> ” pada Pekerjaan <i>Launching Gantry</i>	85
Gambar 5.6 <i>Input Risk Item</i> dan Nilai “ <i>Chance</i> ” dan “ <i>Outcome</i> ” pada Pekerjaan <i>Erection Box Girder</i>	85
Gambar 5.7 <i>Input Risk Item</i> dan Nilai “ <i>Chance</i> ” dan “ <i>Outcome</i> ” pada Pekerjaan <i>Post Tension</i>	86
Gambar 5.8 Hasil <i>Time Risk Analysis</i>	86
Gambar 5.9 Hasil <i>Cost Risk Analysis</i>	87
Gambar 5.10 <i>Project Dashboard</i>	88

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jakarta yang saat ini menampung lebih dari sembilan juta jiwa diperkirakan bahwa lebih dari empat juta penduduk daerah sekitar Jabodetabek perjalanan dari kota setiap hari kerja. Dengan mobilitas yang begitu padat kemacetan disetiap jalan ibukota hampir bisa ditemui. Hal ini dapat disebabkan oleh tidak sebandingnya pertumbuhan jalan dengan jumlah kendaraan yang turun ke jalan, berdasarkan *Study on Integrated Transportation Master Plan II* (SITRAMP II) tahun 2004 pertumbuhan jalan pertahun hanya sebesar 0.01% dan ditambah dengan adanya 1000 kendaraan baru yang turun ke jalan. Estimasi kerugian akibat kemacetan ditaksir mencapai 65 triliun rupiah per tahun (ditinjau dari aspek *time, fuel, and health problem*). Maka dari itu perlu adanya solusi penyediaan sistem kendaran umum yang terpadu guna mengatasi masalah tersebut .

Pengembangan – pengembangan di bidang sarana dan prasarana transportasi sekarang ini tengah banyak diupayakan oleh Pemerintah Provinsi DKI Jakarta guna mendukung produktifitas para penduduknya. Mulai dari rekayasa lalu lintas, penambahan jalan-jalan arteri kota, hingga pengadaan sistem angkutan massal cepat seperti *Buss Rapid Transit* (BRT) atau biasa dikenal sekarang sebagai Trans Jakarta. Namun seiring dengan ketersediaan lahan yang kurang memaksa dibuatnya jalan layang (*elevated structure*) yang menempatkan pilar ditengah atau tepi jalan.

Salah satu proyek *elevated structure* yang tengah dibangun oleh pemerintah provinsi DKI Jakarta yaitu Pembangunan *Mass Rapid Transit* (MRT). Pembangunan MRT Jakarta yang merupakan salah satu dari proyek strategis nasional bertujuan untuk mengurangi kepadatan lalu lintas di kota Jakarta dan memberikan kesempatan kepada warga kota Jakarta untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas perjalanan/mobilitas menjadi

lebih handal, terpercaya, aman, nyaman, dan terjangkau. MRT Jakarta merupakan alat angkutan massal cepat yang berbasis rel listrik. rencananya akan membentang kurang lebih ± 110.8 km, yang terdiri dari Koridor Selatan-Utara (Koridor Lebak Bulus – Area Kota) sepanjang kurang lebih ± 23.8 km dan Koridor Timur-Barat sepanjang ± 87 km. Dimana dibagi menjadi tiga tahap, salah satu tahapnya yaitu menghubungkan Lebak Bulus sampai dengan Bundaran HI sepanjang 15.7 km dengan 13 stasiun (7 stasiun layang dan 6 stasiun bawah tanah) ditargetkan mulai beroperasi pada 2019. Salah satu paket pekerjaan layang (*elevated*) yaitu CP-102 berlokasi di kawasan Fatmawati – Cipete raya

Pekerjaan *box girder* pada *elevated section* CP-102 dapat dikatakan proyek yang berisiko tinggi karena merupakan suatu pekerjaan yang sangat kompleks atau padat aktivitas dan juga proses pembangunannya berada di kawasan umum yang padat lalu lintas. Dengan kondisi tersebut serta ditambah proses konstruksi yang memakan waktu yang lama dapat menimbulkan berbagai ketidakpastian yang berujung pada berbagai resiko. Risiko yang tidak teridentifikasi dan tertangani akan mengakibatkan kendala dalam pencapaian tujuan proyek misalnya dibidang biaya dan waktu.

Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan *time schedule* pada pekerjaan *box girder* MRT CP-102 yang sudah ditetapkan belum tentu berjalan sesuai dengan rencana proyek. Pembengkakan biaya dan kemunduran jadwal dapat muncul kapanpun jika aspek risiko yang akan kemungkinan nanti terjadi tidak diperhitungkan dengan matang. Risiko seperti misalnya keterlambatan pengiriman material, kerusakan alat berat, tidak tersedianya gudang, dan cuaca buruk dapat dengan mudah dijumpai di proyek manapun tak terkecuali pada pekerjaan *box girder* MRT CP-102 dan dapat menimbulkan kemunduran jadwal proyek. Kemunduran jadwal proyek dapat mengakibatkan bertambahnya sewa alat berat..

Proyek yang sudah dimulai dari November 2013 dan ditargetkan beroperasi pada Maret 2019 ini sudah mencapai

progress total 72% dengan 85% stasiun bawah tanah dan stasiun layang mencapai 58% pada akhir maret 2017. Dari paket pekerjaan *box girder* CP-102 dapat terlihat fisik dari progres tersebut dimana bentangan/*span box girder* yang menumpu pada *pier* di sepanjang Jalan Fatmawati hingga Jalan Haji nawi sudah mulai tersambung. Dengan progres yang sudah berjalan lebih dari 50% maka risiko-risiko yang berkaitan dengan biaya dan waktu sudah dialami oleh pihak kontraktor. Analisis risiko yang sudah ada akan dilanjutkan ke tahap evaluasi risiko biaya dan waktu yaitu risiko dengan kondisi riil di lapangan akan dipertimbangkan ke dalam biaya / durasi pekerjaan *box girder*.

Berdasarkan latar belakang tersebut perlu dilakukan penelitian tentang evaluasi risiko terhadap proyek *Mass Rapid Transit* Jakarta paket konstruksi jalan layang CP-102. Evaluasi risiko tersebut dapat menggambarkan seberapa penting risiko yang ada melalui berapa kejadian risiko yang telah terjadi di lapangan dan besarnya dampak risiko biaya dan waktu yang ditimbulkan. Evaluasi risiko juga dapat mengetahui besarnya perbedaan antara *real cost* dengan *risk cost* dan *real time schedule* dengan *risk time schedule*.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, maka permasalahan yang berkaitan dengan evaluasi risiko adalah sebagai berikut:

1. Apa saja resiko yang terjadi selama pekerjaan *box girder* MRT Jakarta CP-102 ?
2. Bagaimana kejadian dan dampak risiko yang berpengaruh terhadap pekerjaan *box girder* MRT Jakarta CP-102 ?
3. Bagaimana perbedaan antara *normal cost/normal time* dengan *risk cost/risk time* pada pekerjaan *box girder* MRT Jakarta CP-102 ?

1.3 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini yaitu:

1. Mengetahui risiko-risiko yang telah terjadi selama proses pekerjaan *box girder* MRT Jakarta *elevated section* CP-102
2. Mengetahui kejadian risiko dan dampak risiko yang berpengaruh terhadap pekerjaan *box girder* MRT Jakarta CP-102
3. Mengetahui perbedaan antara *normal cost/normal time* dengan *risk cost/risk time* pada pekerjaan *box girder* MRT Jakarta CP-102

1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penulisan nanti bisa lebih terarah dan sistematis, maka pembahasan dalam penulisan ini dibatasi sebagai berikut :

1. Obyek yang diteliti adalah pekerjaan *superstructure box girder* pada pembangunan proyek MRT Jakarta paket pekerjaan sipil bagian layang (*elevated section*) CP-102 di kawasan Fatmawati - Cipete Raya
2. Risiko yang diteliti adalah risiko teknis pelaksanaan yang mempunyai dampak terhadap penyelesaian proyek secara keseluruhan yang berkaitan dengan waktu dan biaya.

1.5 Manfaat Penelitian

Penulisan Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat yaitu sebagai berikut :

1. Membentuk pola pikir diri sendiri maupun orang lain agar dapat berfikir secara ilmiah dan memahami permasalahan mengenai manajemen risiko pada proyek MRT Jakarta
2. Memberi sumbangan pada dunia pendidikan dalam bidang kontruksi untuk mengetahui *risk cost* dan *risk time scheduling* pada suatu proyek
3. Menjadi referensi terhadap penelitian-penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan evaluasi risiko.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan sementara yang memiliki jangka waktu yang terbatas. Dalam rangkaian kegiatan tersebut, ada suatu proses yang mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan berupa bangunan. Proses yang terjadi dalam rangkaian itu tentunya melibatkan pihak-pihak yang terkait, baik secara langsung maupun tidak langsung. Hubungan antara pihak-pihak yang terlibat dalam suatu proyek dibedakan atas hubungan fungsional dan hubungan kerja. Dengan banyaknya pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi, maka potensi terjadinya konflik sangat besar sehingga dapat dikatakan bahwa proyek konstruksi mengandung konflik yang cukup tinggi bila tidak melalui suatu proses perencanaan dan pelaksanaan yang baik

Industri konstruksi dalam garis besarnya dapat dibagi menjadi empat bagian berdasarkan jenis-jenis pekerjaan dan rancangan yang berbeda-beda yaitu : (Bush, 1991)

- a. Bangunan Pemukiman dan Perumahan.
- b. Bangunan Gedung Bertingkat
- c. Bangunan sarana prasarana berat, misalnya PLTA, Pelabuhan udara dan laut
- d. Bangunan Industri

Seperti diketahui, proses penyelenggaraan konstruksi bangunan adalah merubah gambar-gambar perencanaan, baik gambar rekayasa maupun arsitektural berikut ketentuan-ketentuan yang tercantum di dalam persyaratan atau spesifikasi teknis, diwujudkan menjadi bangunan fisik di lapangan.

2.2 *Mass Rapid Transit*

Pengertian MRT adalah sebuah sistem transportasi massal dan transit cepat yang merupakan transportasi berbasis rel listrik yang efektif dan nyaman dan telah terbukti hasilnya dengan

banyak diterapkannya moda transportasi ini oleh kota-kota besar yang terdapat di berbagai negara. Pengertian MRT (*Mass Rapid Transit*) yang secara harfiah adalah angkutan yang dapat mengangkut penumpang dalam jumlah besar secara cepat. Secara Umum MRT juga merupakan kategori kereta yang dioperasikan secara otomatis tanpa harus dikendalikan oleh masinis. Hanya menekan tombol dari pusat kendali, kereta akan berjalan dengan sendirinya sampai ketujuan. MRT mampu melaju hingga 100 km/jam. MRT yang merupakan suatu sistem transportasi perkotaan ini memiliki kriteria utama yaitu, *mass* (daya angkut besar), *rapid* (waktu tempuh cepat dan frekuensi tinggi), dan *transit* (berhenti di banyak stasiun di titik utama perkotaan).

2.3 Sistem Manajemen Konstruksi

Sebagai suatu sistem rekayasa, apabila semua sumber daya yang berupa waktu, dana, peralatan, teknologi, manusia material, di dalam proses konstruksi disusun dan diorganisasikan membentuk urutan kegiatan-kegiatan dalam suatu kerangka logis menyeluruh akan membentuk sistem manajemen konstruksi. Sesuai dengan sifat-sifat teknisnya, kegiatan-kegiatan di dalam proses konstruksi pada dasarnya memang cenderung bersifat sangat terurai. Kegiatan-kegiatan baik yang berupa sub-sistem ataupun bagian-bagian dari pekerjaan membentuk struktur mekanisme berlapis-lapis yang saling bergantung. Sebagian besar darinya merupakan pekerjaan bersifat khusus yang menuntut keahlian spesialisasi. Para pelaksana konstruksi akan selalu berhadapan dengan tantangan sistem rekayasa yang baru, berupa proyek-proyek yang mengandung jenis pekerjaan dengan ruang lingkup dan kerumitan teknis yang belum pernah dijumpai sebelumnya. Sehingga masalah pokok yang dihadapi dalam proyek konstruksi pada umumnya lebih mencakup kebutuhan untuk menyesuaikan organisasi dan sistem manajemen yang harus diterapkan. Hubungan antar pengelola yang berpijak pada kepentingan bisnis dengan sifat pekerjaan yang terpecah-pecah serta terpisah merupakan beda yang mencolok apabila

dibandingkan dengan proses produksi pada industri lainnya.

Karena sifat kebutuhan dan kondisi yang sepertinya selalu berubah-ubah tersebut maka, perlu upaya-upaya pengembangan sistem manajemen yang bersifat terprogram, standar, atau baku, yang diharapkan dapat membantu memperbaiki prospek industri ini. Sebagai konsep sifat dasarnya, pendekatan sistem tidaklah memperlakukan unsur-unsur pengelolanya yang berfungsi secara terkotak-kotak atau terpisah. Akan tetapi sesuai dengan sifat kegiatan yang diperlukan dalam sistem rekayasa konstruksi hendaknya lebih mewujudkan keterpaduan seluruh organisasi yang terlibat. Seluruh kegiatannya disusun ke dalam satu kesatuan koordinasi dan pengendalian dengan tujuan bersama yakni memberikan pelayanan terbaik bagi pemberi tugas (Dipohusodo, 1996).

2.4 Risiko dalam Proyek Konstruksi

Pada proyek konstruksi merupakan industri yang bersifat dinamis dan memiliki sifat ketidakpastian yang sebaiknya direduksi. Elemen risiko ketidakpastian meliputi biaya, waktu serta mutu. Ketiga hal ini sangat berkaitan satu dengan yang lain. Secara singkat dapat dikatakan bahwa tingkat risiko secara langsung berkaitan dengan pengeluaran biaya, lamanya waktu proyek serta kualitas dan mutu dari manajemen proyek. Semuanya tergantung pada kecakapan seorang manajer proyek dalam proses pengambilan keputusan dan mengidentifikasi risiko yang berpotensi terjadi selama proyek berlangsung.

Sedangkan risiko itu sendiri adalah suatu kegagalan atau kerusakan yang mungkin terjadi dalam suatu aktifitas yang dilakukan pada masa lampau (Flanagan dan Norman, 1996). Risiko proyek merupakan suatu kejadian atau kondisi yang tidak terduga di luar apa yang telah direncanakan (Mills, 2001) dan dapat memberikan pengaruh positif ataupun negatif pada tujuan proyek (Anonim, 2000), atau suatu kesempatan keterbukaan terjadinya peristiwa baik yang tidak diinginkan maupun yang menguntungkan dan mempengaruhi tujuan proyek (Bahar dan

Crandal, 1990).

Menurut Chapman dan Cooper faktor yang menunjang ketidakpastian dalam proyek konstruksi antara lain adalah :

1. Perencanaan dan desain
2. Adanya tekanan dari beberapa faktor
3. Sumber daya
4. Keadaan ekonomi

Risiko biasanya dianalisis dengan salah satu dari tiga dimensi yaitu *time*, *cost* dan *performance* (Chapman, 1994). Risiko dapat memberikan efek terhadap *productivity*, *performance*, *quality*, dan *budget*. Risiko tidak dapat dihilangkan namun dapat dikurangi. Kategori risiko dibagi menjadi dua yaitu :

1. *Most important* didefinisikan *safety*, *quality of work*, *defective design*, *labor and equipment*, dan *delay payment*
2. *Least important* didefinisikan *changes in government regulation*, *acts of god*, *defensive engineer*, dan *inflation*

2.5 Manajemen Risiko

Manajemen risiko proyek adalah suatu seni dan ilmu pengetahuan dalam mengidentifikasi, memberikan penilaian, serta memberikan tanggapan dari risiko proyek serta merupakan hal yang sangat esensial untuk tujuan proyek. Tujuan dari manajemen risiko adalah untuk mengidentifikasi risiko proyek dan mengembangkan strategi secara signifikan dapat mengurangi risiko ataupun mengambil langkah menghindari risiko. Pada beberapa proyek, risiko sering kali diabaikan oleh pihak yang terkait dengan cara menetapkan asumsi optimistik (Wideman, 1992).

Proses-proses dalam manajemen Risiko menurut PMBOK@ Guide (2004) adalah:

1. *Risk Management Planning* merupakan penentuan pendekatan, serta perencanaan dalam menganalisis risiko yang terdapat dalam aktifitas proyek.

2. *Risk Identification* merupakan penetapan risiko yang memberikan kemungkinan efek terhadap proyek serta mendokumentasikan.
3. *Qualitative Risk Analyze* merupakan pembagian risiko berdasarkan efek yang akan terjadi pada tujuan prioritas proyek.
4. *Quantitative Risk Analyze* merupakan pengukuran probabilitas dan konsekuensi dari risiko dan estimasi dan aplikasi dalam proyek
5. *Risk Respons Planning* merupakan peningkatan prosedur dan teknik untuk meningkatkan kesempatan dan mengurangi ancaman terhadap tujuan proyek
6. *Risk Monitoring* merupakan monitoring terhadap risiko yang telah teridentifikasi dan kemungkinan risiko lain yang tidak teridentifikasi

2.6 Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko adalah suatu proses yang sifatnya berulang, sebab risiko-risiko baru kemungkinan baru diketahui ketika proyek sedang berlangsung selama siklus proyek. Frekuensi pengulangan dan siapa personel yang terlibat dalam setiap siklus akan sangat bervariasi dari satu kasus ke kasus yang lain. Tim proyek harus selalu terlibat dalam setiap proses sehingga mereka bisa mengembangkan dan memelihara tanggungjawab terhadap risiko dan rencana tindakan terhadap risiko yang timbul (PMBOK, 2004).

Pada umumnya dalam pelaksanaan manajemen risiko, identifikasi risiko merupakan tahap yang pertama kali dilakukan. Pada tahap ini sumber-sumber risiko diklasifikasikan sesuai dengan sumbernya dan dampaknya terhadap proyek atau kemungkinan terjadi. Identifikasi yang dilakukan yaitu dapat membedakan mana yang bersifat risiko usaha (*business risk*) dan mana yang bersifat risiko murni., kemudian diidentifikasi lagi berdasarkan potensi sumber risiko atau dapat pula berdasarkan dampak terhadap sasaran proyek. Pendekatan yang dilakukan

dalam melakukan identifikasi risiko ini adalah dengan cara *cause and effect*, yaitu dengan menganalisis apa yang akan terjadi dan potensi yang akan ditimbulkan.

Dalam indentifikasi risiko terdapat prosoes identifikasi variabel awal dilakukan berdasarkan pengkajian dari literatur, penelitian sejenis sebelumnya, *document review*, atau pengamatan secara langsung di lapangan dokumentasi. Adapun proses identifikasi risiko tersebut dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Proses Identifikasi Risiko

INPUTS	TOOLS AND TACHNIQUES	OUTPUTS
1. <i>Enterprise environmental factors</i>	1. <i>Document review</i>	1. <i>Risk register</i>
2. <i>Organizational process assets</i>	2. <i>Information gathering</i>	
3. <i>Project scope statement</i>	3. <i>techniques Checklist analysis</i>	
4. <i>Risk management plan</i>	4. <i>Assumption analysis</i>	
5. <i>Project management plan</i>	5. <i>Diagramming techniques</i>	

Output yang berupa *risk register* merupakan asumsi awal dalam memprediksi risiko yang akan terjadi nantinya. Contoh *Risk register* yang berisi variabel-variabel risiko yang biasa terjadi di proyek-proyek konstruksi menurut berbagai sumber informasi atau literatur adalah sebagai berikut :

- a) Menurut Cooper, D dan Chapman, C (1993) ada daftar pendahuluan tentang 60 jenis risiko yang telah diringkas menjadi 21 jenis risiko untuk analisa konstruksi berikut adalah diantaranya :
 - *Natural risks* : Banjir, angin, gempa, kondisi geologis, debit sungai
 - *Design-controlled risks* : Rembesan, erosi, muka air tanah
 - *Construction risks* : Tenaga kerja, pemogokkan, perselisihan, ketersediaan material dan alat, kerusakan alat, pengiriman material, cuaca
 - *Human risks* : Kehandalan kontraktor, kontrol kualitas konstruksi, kecelakaan, sabotase, *vandalism*

- *Special risks* : Penundaan peraturan, variasi estimasi.
- b) Menurut Soeharto (2001) risiko proyek diklasifikasikan sebagai risiko murni, kemudian diidentifikasi lagi berdasarkan potensi sumber risiko atau dapat pula berdasarkan dampak terhadap sasaran proyek. Terdapat 5 contoh kategori risiko dalam berbagai bidang beberapa jenis risiko-risiko yang biasa terjadi dalam proses konstruksi seperti berikut :
- Risiko yang berkaitan dengan bidang manajemen adalah sebagai berikut:
 1. Kurang tepatnya perencanaan lingkup, biaya, jadwal, dan mutu.
 2. Kurang tepatnya pengendalian lingkup, biaya, jadwal, dan mutu.
 3. Ketepatan penentuan struktur organisasi
 4. Ketelitian pemilihan personil
 5. Kekaburan kebijakan dan prosedur
 6. Koordinasi pelaksanaan
 - Risiko yang berkaitan dengan bidang teknis dan implementasi :
 1. Ketepatan pekerjaan dan produk *design-engineering*
 2. Ketepatan pengadaan material dan peralatan(volume, jadwal, biaya,dan kualitas)
 3. Ketepatan pekerjaan konstruksi (jadwal dan kualitas)
 4. Tersedianya tenaga ahli dan penyelia
 5. Tersedianya tenaga kerja lapangan
 6. Variasi dalam produktifitas kerja
 7. Kondisi lokasi dan *site*
 8. Ditemukannya teknologi baru (peralatan atau metode) dalam proses konstruksi dan produksi

- Risiko yang berkaitan dengan bidang kontrak dan hukum :
 1. Pasal-pasal kurang lengkap, kurang jelas dan interpretasi yang berbeda
 2. Pengaturan pembayaran, *change order*, dan klaim
 3. Masalah jaminan, *guaranty*, dan *warranty*
 4. Lisensi dan hak paten
 5. *Force majeure*
- Risiko yang berkaitan dengan situasi ekonomi, social dan politik :
 1. Peraturan perpajakan dan pungutan
 2. Perijinan
 3. Pelestarian lingkungan
 4. Situasi pasar (persediaan dan penawaran material dan peralatan)
 5. Ketidakstabilan moneter / devaluasi
 6. Realisasi pinjaman
 7. Aliran kas
- Risiko yang bersifat *uncontrollable* :
 1. Peraturan pemerintah, seperti kenaikan harga bahan bakar, ekspor-impor barang, masalah lingkungan, peraturan baru, dan lain-lain
 2. Bencana alam, seperti gempa bumi, badai dan banjir
 3. Pergolakan sosial politik, seperti pemogokan, keributan, dan perang
 4. Situasi pasar terhadap harga dan *supply* barang
 5. Perubahan moneter yang cukup besar, misalnya devaluasi.

c) *California Department of Transportation* sebuah departemen atau otoritas yang menangani bidang transportasi yang berbasis di California dalam pelaksanaan manajemen risiko pada suatu proyek membentuk *risks management coordinator* di setiap

distrik. Koordinator tersebut akan membantu *Project Development Team (PDT)* dalam usaha untuk mengembangkan dan memperbarui risiko-risiko yang terdaftar. Berikut adalah contoh kategori risiko-risiko yang terdaftar (*registered risk*) tersebut :

- *Environmental risks*
- *External risks*
- *Design risks*
- *Engineering service risk*
- *Right of way risks*
- *Construction risks*
- *Project management risks*
- *Organization risks*

2.7 Analisis Risiko

Analisa risiko, yaitu menentukan kemungkinan terjadinya suatu risiko dan konsekuensinya. Hasil dari analisa ini berupa suatu tingkatan pada faktor-faktor risiko yang ada. Dari tingkatan ini, dapat dikembangkan suatu pilihan penanganan risiko tersebut. Tujuan dari analisis risiko adalah menambah pemahaman lebih dalam tentang risiko agar dapat menkankan konsekuensi-konsekuensi buruk dari dampak yang timbul dengan memperkirakan tingkat risiko yang mungkin terjadi.

2.7.1 Analisis Risiko Secara Kualitatif

Menurut *PMBOK 3rd edition* (2004) analisis risiko secara kualitatif adalah metode untuk melakukan prioritas terhadap daftar risiko yang telah teridentifikasi untuk penanganan selanjutnya. Perusahaan atau organisasi dapat meningkatkan kinerja proyek secara efektif dengan fokus pada risiko dengan prioritas tinggi. Analisa risiko secara kualitatif menguji prioritas dari daftar risiko yang telah teridentifikasi dengan menggunakan peluang kejadian dan pengaruhnya pada kinerja proyek. Hasil analisis risiko secara kualitatif bisa dianalisa lebih lanjut dengan analisis risiko secara kuantitatif atau langsung ke rencana

tindakan penanganan risiko (*risk response planning*) (*PMBOK 3rd edition*, 2004). Adapun proses identifikasi risiko tersebut dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Proses Analisis Risiko Secara Kualitatif

INPUTS	TOOLS AND TACHNIQUES	OUTPUTS
1. <i>Organizational process assets</i> 2. <i>Project scope statement</i> 3. <i>Risk management plan</i> 4. <i>Risk register</i>	1. <i>Risk probability and impact assessment</i> 2. <i>Probability and impact matrix</i> 3. <i>Risk data quality assessment</i> 4. <i>Risk categorization</i> 5. <i>Risk urgency assessment</i>	1. <i>Risk register (updates)</i>

Analisis risiko secara kualitatif dapat dilakukan dengan bantuan *tools* dan *technique*, antara lain (*PMBOK 3rd edition*, 2004) :

a) *Risk Probability and Impact Assessment*

Teknik ini berupa investigasi kemungkinan dari masing-masing risiko yang spesifik akan terjadi seperti dampak potensial terhadap kinerja proyek seperti waktu, biaya, *scope*, dan kualitas termasuk dampak negatif dan positif. Peluang dan pengaruhnya diukur untuk masing-masing faktor-faktor risiko yang telah teridentifikasi. Risiko bisa diukur dengan melakukan wawancara atau bertanya kepada anggota tim proyek yang telah terseleksi berdasarkan pengalaman. Anggota tim proyek telah terseleksi berdasarkan pengalaman. Anggota tim proyek dan kemungkinan orang-orang yang mempunyai cukup pendidikan tentang risiko diluar team proyek dapat dilibatkan. Tiingkat peluang dari masing-masing risiko dan dampaknya terhadap masing-masing kinerja proyek dievaluasi selama wawancara atau rapat.

b) *Probability and Impact Matrix*

Risiko bisa diprioritaskan untuk dianalisa lebih lanjut secara kuantitatif dan tindakan (*response*) diambil

berdasarkan ukuran (*rating*) risiko. Ukuran dilakukan terhadap risiko berdasarkan peluang dan dampaknya. Evaluasi dilakukan dengan cara plotting indeks risiko kedalam tabel *probability impact matrix* seperti gambar 2.1 berikut :

Probability and Impact Matrix										
Probability	Threats					Opportunities				
0.90	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09	0.05
0.70	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56	0.56	0.28	0.14	0.07	0.04
0.50	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40	0.40	0.20	0.10	0.05	0.03
0.30	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24	0.24	0.12	0.06	0.03	0.02
0.10	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01
	0.05	0.10	0.20	0.40	0.80	0.80	0.40	0.20	0.10	0.05

Impact (ratio scale) on an objective (e.g., cost, time, scope or quality)

Each risk is rated on its probability of occurring and impact on an objective if it does occur. The organization's thresholds for low, moderate or high risks are shown in the matrix and determine whether the risk is scored as high, moderate or low for that objective.

Gambar 2.1 *Probability and Impact Matrix*

c) *Risk Data Quality Assessment*

Analisa risiko secara kualitatif yang memerlukan data yang akurat dan berisi. Analisa kualitas data risiko adalah teknik untuk mengevaluasi tingkat kegunaan data pada manajemen risiko. Teknik ini juga termasuk memeriksa tingkat risiko yang dipahami dan keakuratan, kualitas, keandalan dan integritas dari data risiko. Penggunaan data risiko yang mempunyai kualitas yang rendah akan memungkinkan untuk tidak digunakannya analisa risiko kualitatif pada proyek. Sering kali mengumpulkan informasi tentang risiko sangat sulit dilakukan dan memakan waktu dan sumber daya diluar yang telah direncanakan

d) *Risk Categorization*

Risiko proyek dapat dikategorikan berdasarkan sumber risiko, berdasarkan dampak risiko, atau berdasarkan fase proyek untuk mengetahui area proyek yang terkena dampak ketidakpastian.

e) *Risk Urgency Assessment*

Risiko yang membutuhkan tindakan dalam waktu dekat yang dikategorikan sangat penting dan segera untuk dianalisa. Indikator prioritas dapat berupa waktu yang berdampak pada respons risiko, gejala dan tanda bahaya, dan tingkat risiko

2.7.2 Penilaian Risiko Probabilitas dan Dampak

Teknik ini adalah investigasi kemungkinan dari masing-masing risiko yang spesifik akan terjadi seperti dampak potensial terhadap kinerja proyek seperti waktu, biaya, *scope* dan kualitas termasuk dampak negatif dan positif. Peluang dan pengaruhnya diukur untuk masing-masing faktor-faktor risiko yang telah teridentifikasi.

Risiko bisa diukur dengan melakukan wawancara atau bertanya kepada anggota tim proyek yang telah terseleksi berdasarkan pengalaman. Anggota tim proyek dan kemungkinan orang-orang yang mempunyai cukup pendidikan tentang risiko diluar team proyek dapat dilibatkan. Tingkat peluang dari masing-masing risiko dan dampaknya terhadap masing-masing kinerja proyek dievaluasi selama wawancara atau rapat.

Proses pengukuran risiko dengan cara memperkirakan probabilitas terjadinya suatu risiko dan dampak dari risiko terhadap biaya dan waktu. Skala yang digunakan dalam mengukur potensi risiko terhadap probabilitas dan dampak risiko adalah skala likert dengan menggunakan rentang angka 1 sampai dengan 5, berikut adalah tabel skala penilaian frekuensi dan dampak risiko terhadap biaya dan waktu (*PMBOK 3rd edition, 2004*) :

Tabel 2.3 Skala *Output* Probabilitas Variabel Risiko

Skala	Penilaian	Keterangan
1	Sangat Rendah	Jarang terjadi, hanya terjadi pada kondisi tertentu
2	Rendah	Kadang terjadi pada kondisi tertentu
3	Cukup Tinggi	Tejadi pada kondisi tertentu
4	Tinggi	Sering terjadi pada setiap kondisi
5	Sangat Tinggi	Seelalu terjadi pada setiap kondisi

Tabel 2.4 Skala *Output* Dampak Variabel Risiko Terhadap Waktu

Skala	Penilaian	Keterangan
1	Sangat Kecil	Kemunduran jadwal tidak signifikan
2	Kecil	Kemunduran jadwal <5%
3	Cukup Besar	Kemunduran jadwal 5-10%
4	Besar	Kemunduran jadwal 10-20%
5	Sangat Besar	Kemunduran jadwal >20%

Tabel 2.5 Skala *Output* Dampak Variabel Risiko Terhadap Biaya

Skala	Penilaian	Keterangan
1	Sangat Kecil	Kenaikan biaya pekerjaan tidak signifikan
2	Kecil	Kenaikan biaya pekerjaan <10%
3	Cukup Besar	Kenaikan biaya pekerjaan 10-20%
4	Besar	Kenaikan biaya pekerjaan 20-40%
5	Sangat Besar	Kenaikan biaya pekerjaan >40%

Tabel skala tersebut akan digunakan pada tahap analisa level risiko untuk mengetahui risiko yang dianggap mempunyai probabilitas dan dampak yang paling besar terhadap kinerja. Cara yang digunakan yaitu sesuai dengan tabel 2.1 *probability and impact matrix*, dimana skala *probability* yang didapat dari besarnya frekuensi dikalikan dengan besarnya skala dampak. Angka hasil perkalian tersebut dapat diketahui lalu dimasukkan atau di plot ke

dalam matriks risiko dan risiko yang dominan akan terlihat dari besarnya angka tersebut

2.7.3 Analisa Risiko secara Kuantitatif

Metode analisis ini biasanya dilakukan berdasarkan prioritas resiko yang dihasilkan dari analisis kualitatif. Analisis risiko secara kuantitatif adalah proses menganalisa dampak dari *risk events* dan memberikan rate berupa angka terhadap daftar risiko. Sebelum dilakukan analisis secara kuantitatif biasanya dilakukan pengumpulan data dengan metode *interview*, distribusi probabilitas serta penilaian para ahli. Adapun proses identifikasi risiko tersebut dapat dilihat pada tabel 2.6 berikut:

Tabel 2.6 Proses Analisis Risiko Secara Kuantitatif

INPUTS	TOOLS AND TECHNIQUES	OUTPUTS
1. <i>Organizational process assets</i> 2. <i>Project scope statement</i> 3. <i>Risk management plan</i> 4. <i>Risk register</i> 5. <i>Project management plan</i> - <i>Project schedule management plan</i> - <i>Project cost management plan</i>	1. <i>Data gathering and representation techniques</i> 2. <i>Quantitative risk analysis and modeling techniques</i>	1. <i>Risk register (updates)</i>

Adapun teknik analisis kuantitatif yang biasa digunakan adalah sebagai berikut :

a) *Sensitivity Analysis*

Menurut Newton (2015) analisis ini meliputi analisis pada proyek untuk menentukan seberapa besar tingkat sensitifitas pada risiko tertentu dengan menganalisa dampak dan tingkat kekerasan pada setiap risiko. Dalam *Handbook for The Economic Analysis of Water Supply Projects* disebutkan bahwa analisa sensitifitas adalah teknik untuk melihat dampak perubahan dalam variable proyek untuk masalah dasar (skenario hasil yang paling memungkinkan). Tujuan analisis sensitivitas adalah :

- Membantu mengidentifikasi variable kunci yang mempengaruhi aliran keuntungan dan biaya proyek.
- Menyelidiki konsekuensi kemungkinan perubahan dalam variable kunci.
- Menilai apakah keputusan proyek yang diambil dipengaruhi oleh perubahan variabel kunci.
- Mengidentifikasi tindakan yang dapat berpengaruh negatif pada proyek.

Analisis sensitifitas perlu dilaksanakan dengan cara yang sistematis. Untuk mencapai tujuannya, berikut ini adalah langkah-langkah yang perlu dilakukan :

- Mengidentifikasi variabel-variabel kunci dimana keputusan proyek mungkin menjadi sensitif.
- Mengkalkulasi pengaruh kemungkinan dalam variable berdasarkan IRR atau NPV dan menghitung indikator sensitivitas dan nilai yang diubah kembali
- Mempertimbangkan kemungkinan kombinasi dari variabel-variabel yang mungkin berubah secara simultan dalam arah yang berbeda
- Menganalisis arah dan skala yang kemungkinan akan mengalami perubahan karena variable-variabel kunci yang teridentifikasi, termasuk identifikasi sumber perubahan

b) *Expected Monetary Value (EMV) Analysis*

Metode ini merupakan konsep statistik yang menghitung keluaran ketika skenario kejadian diwaktu-waktu yang akan datang kemungkinan bisa terjadi atau tidak terjadi. *Expected Monetary Value* dihitung dengan cara mengalikan nilai dari masing-masing kemungkinan keluaran peluang kejadian, dengan dampak risiko dan menjumlahkannya secara x bersamaan. Menurut Mulcahy (2010), untuk melakukan analisis risiko secara kuantitatif

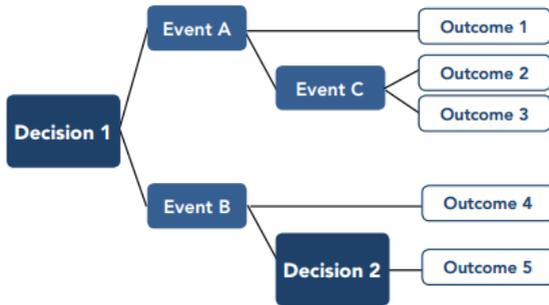
dapat dirangkum kedalam tabel 2.7 berikut :

Tabel 2.7 Risk Item dan EMV

RISK			Activity	Time Probability	Time Impact	Time Expected Monetary (P x I)	Cost Probability	Cost Impact	Cost Expected Monetary (P x I)
Cause	Risk	Effect							

c) *Decision Tree Analysis*

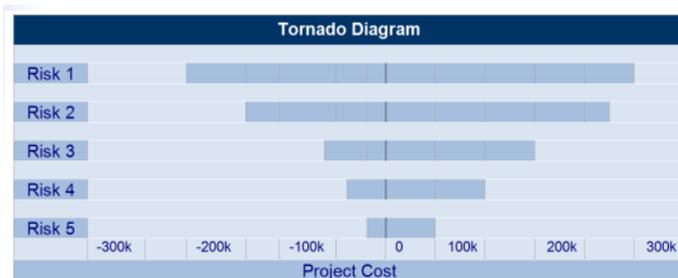
Menurut *PMBOK 3rd edition* (2004) menyebutkan analisis ini digunakan untuk menggambarkan situasi yang terjadi, serta memberikan alternatif tindakan yang dapat diambil serta menggambarkan akibat atas semua tindakan yang mungkin diambil untuk mengatasi resiko. *Decision Tree* merupakan salah satu perangkat utama dalam melakukan pengambilan keputusan. Melalui *decision tree*, dapat dilakukan proses pengambilan keputusan secara terstruktur, dengan mempertimbangkan alternatif-alternatif keputusan dan hasil yang ada, dan mengkalkulasikan risiko dari tiap alternatif keputusan yang diambil. Bentuk analisis ini berupa diagram dimana terdapat *node* dengan bentuk kotak ersegi panjang yang berisi deskripsi dari aspek risiko dan berapa biaya yang akan timbul. Kotak tersebut akan terhubung dengan kotak lain dengan garis yang mewakili persentase *probability*



Gambar 2.2 Diagram *Decision Tree*

d) *Tornado Diagrams*

Dinamai seperti tersebut karena memiliki bentuk corong dan menggambarkan secara grafis *project sensitivity* terhadap biaya atau factor lain. Setiap diagram tornado mewakili dampak risiko dengan kondisi aspek tertentu. Aspek tersebut meliputi fase pada semua proyek, dan diranking secara vertikal dan dinilai dengan *horizontal bar* yang dapat memperlihatkan positif atau negatif dari dampak biaya.



Gambar 2.3 *Tornado Diagram*

e) *Monte Carlo Analysis*

Analisis *Monte Carlo* secara umum dihitung dengan komputer dan menganalisa berbagai skenario untuk jadwal proyek dan menghitung dampak dari kejadian risiko tertentu. Analisa ini membantu dalam mengidentifikasi risiko dan dampak yang pihak kontraktor alami pada penjadwalan proyek.

2.8 Risky Project Professional

Risky project professional merupakan perangkat lunak (software) manajemen proyek dan risiko yang komprehensif. Pengguna program ini memungkinkan melakukan simulasi *Monte Carlo* mengenai biaya dan jadwal proyek dengan menggunakan kejadian risiko. Analisis risiko biaya dan jadwal memungkinkan pengguna membuat perkiraan biaya dan jadwal realistis yang disesuaikan dengan risiko untuk menyelesaikan proyek mereka. RiskyProject Professional juga menyediakan kemampuan manajemen risiko proyek yang komprehensif yang sesuai dengan semua metodologi dan proses risiko proyek, seperti yang didukung oleh PMI, Prince II, dan ISO 31000.

Risky project professional memungkinkan pengguna untuk melakukan jadwal terpadu dan analisis risiko biaya. Dengan jadwal sumber daya yang dimuat, pengguna dapat menghubungkan risiko dari daftar risiko mereka ke aktivitas dan sumber daya proyek, dan menentukan ketidakpastian yang berkaitan dengan jadwal dan biaya setiap tugas. *Risky project professional* akan memberikan hasil berupa kurva biaya proyek kumulatif dan plot arus kas probabilistik, dan plot penyebaran kepercayaan bersama untuk biaya dan jadwal. Sebagai tambahan, *RiskyProject Professional* menghitung jumlah pekerjaan untuk setiap kerangka waktu untuk masing-masing sumber daya, yang menyediakan laporan operasional dan alokasi sumber daya probabilistik. Fitur analisis risiko proyek lanjutan juga mencakup percabangan probabilistik dan kondisional, beberapa distribusi statistik, kalender probabilistik, grafik gelembung risiko

(menyajikan biaya tugas relatif atau risiko jadwal setiap tugas vs. biaya atau jadwal proyek), bagan tugas penting, grafik tingkat keberhasilan, dan laporan lainnya.

2.9 Secondary Risk dan Residual Risk

Menurut Mulcahy (2010) *secondary risk* adalah risiko yang muncul setelah diadakan respon risiko. Dengan kata lain respon terhadap risiko dapat memicu timbulnya risiko baru. Pada tahap *risk response planning* risiko tersebut perlu diperhatikan. Risiko sekunder harus terkuualifikasi dan/atau terkuantifikasi. Respon untuk risiko tersebut harus direncanakan. Suatu risiko sekunder seharusnya tidak memberikan dampak yang lebih besar daripada risiko utamanya itu sendiri

Setiap keputusan pasti diambil untuk mengurangi banyaknya risiko yang ada di suatu proyek. Sebuah keputusan baru dibutuhkan ketika *risk response planning* harus berhenti dilakukan. Risiko yang tetap ada meski telah dilakukan proses *Plan Risk Response* dinamakan *residual risk*. Risiko tersebut adalah risiko yang memerlukan adanya *contingency plans* dan *fallback plans* (Mulcahy, 2010)

2.10 Rencana Respon Risiko (Risk Response Planning)

Risk Response Planning adalah tindakan yang merupakan proses, teknik, dan strategi untuk menanggulangi risiko yang mungkin timbul. Tanggapan dapat berupa tindakan menghindari risiko, tindakan mencegah kerugian, tindakan memperkecil dampak negatif. Tanggapan tersebut termasuk juga tata cara untuk meningkatkan pengertian kesadaran personil dalam organisasi *PMBOK 3rd edition* (2004).

Risk response yang direncanakan harus tepat terhadap risiko yang signifikan, biaya yang sesuai, tepat waktu, realistis didalam konteks proyek dan harus disetujui oleh pihak-pihak yang terlibat.

Ada tiga strategi yang biasa dilaksanakan untuk risiko yang mempunyai dampak negatif terhadap kinerja proyek. strategi

tersebut (PMBOK, 2004) adalah :

- a. *Avoid*, menghindari risiko dengan cara melakukan perubahan terhadap rencana manajemen proyek untuk mengeliminasi ancaman risiko, mengisolasi sasaran proyek dari dampak yang akan timbul, seperti mengurangi *scope* pekerjaan atau memperpanjang waktu pekerjaan.
- b. *Transfer*, mentransfer dampak negatif risiko termasuk tanggung jawab kepada pihak ketiga. Transfer risiko selalu terkait dengan pembayaran suatu premi risiko kepada pihak yang menerima pelimpahan risiko, seperti asuransi. Kontrak dapat digunakan untuk mentransfer risiko termasuk tanggungjawab kepada pihak lain. Didalam banyak kasus, penggunaan *kontrak type cost-based* adalah mentransfer risiko kepada pemilik (*owner*), sementara kontrak *type fixed-price* risiko ditransfer ke kontraktor jika desain proyek sudah matang
- c. *Mitigate*, mengurangi peluang dan dampak dari suatu kejadian risiko kepada ambang batas yang dapat diterima. Melakukan tindakan dini untuk mengurangi peluang dan atau dampak risiko di proyek sangat efektif daripada melakukan perbaikan setelah kerusakan terjadi. Langkah-langkah mitigasi dilakukan dengan mengadopsi proses yang tidak kompleks, melakukan lebih banyak test, atau memilih *supplier/vendor* yang lebih berpengalaman.

2.11 Pengawasan dan Kontrol Risiko

Menurut *PMBOK 3rd edition* (2004) pengawasan dan kontrol terhadap risiko adalah proses dari mengidentifikasi, menganalisis, dan merencanakan untuk risiko baru yang muncul, mengawasi risiko-risiko yang telah ada, pengawasan terhadap risiko-risiko yang telah terjadi, dan memeriksa pelayanan dan memeriksa pelayanan dari respon yang dilakukan terhadap risiko sembari mengevaluasi keefektifannya. Tujuan dari pengawasan dan kontrol terhadap risiko lainnya adalah untuk memutuskan jika ;

1. Asumsi proyek masih berlaku
2. Risiko, yang telah ditaksir telah melalui persetujuan dengan analisis kecenderungan
3. Kebijakan Risk Management yang tepat dan dengan tata cara yang dipatuhi

Pengawasan dan kontrol terhadap risiko meliputi memilih strategi alternatif, dan memodifikasi rencana manajemen proyek. Cara-cara yang dapat digunakan dalam melaksanakan pengawasan dan kontrol terhadap risiko, yaitu ;

1. *Risk Reassessment* (Menaksir Risiko)
2. *Risk Audits*
3. *Variance and Tren Anaysis*
4. *Status Meetings*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian yang digunakan dalam penyusunan dalam Tugas Akhir ini termasuk dalam jenis penelitian deskriptif dan analitis, yaitu penelitian yang menggambarkan secara terperinci mengenai risiko pekerjaan *box girder* pada proyek MRT Jakarta *elevated section* CP-102, Jakarta Selatan beserta dampak yang ditimbulkan, dan evaluasi secara analitis dengan menggunakan *Risky Project Professional*.

Penelitian yang dilakukan berupa *interview* atau wawancara dengan cara menjangkau pendapat, pengalaman dan sikap responden mengenai risiko yang telah terjadi dan mempengaruhi dalam pelaksanaan proyek dan bentuk-bentuk pengalaman yang dilakukan untuk mengantisipasi risiko yang terjadi. Pengolahan data yang dilakukan adalah dengan cara analisis kuantitatif dengan menggunakan bantuan perangkat lunak *Risky Project Professional*.

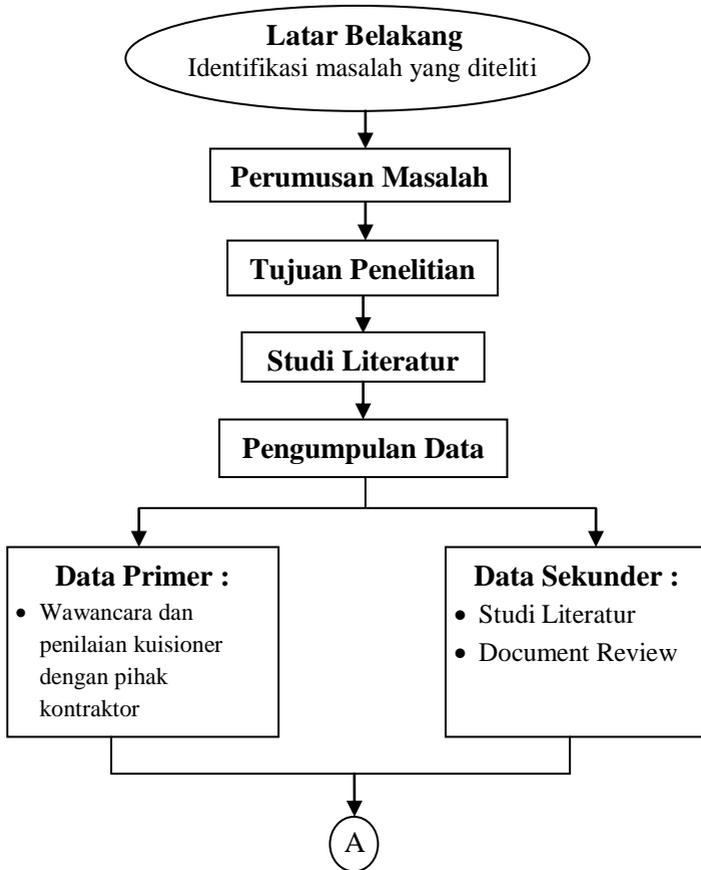
3.2 Sumber Penelitian

Subjek dari penulisan ini adalah pekerjaan *box girder* di *elevated section* MRT Jakarta CP 102 (Cipete Raya-Fatmawati), sedangkan objeknya adalah data-data maupun informasi mengenai risiko yang berhubungan dengan pekerjaan tersebut yang dapat menimbulkan konsekuensi biaya dan waktu.

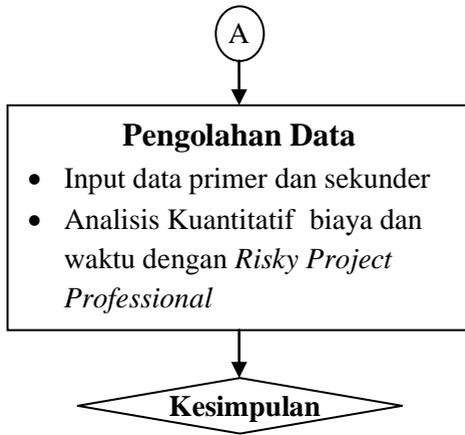
Pekerjaan *box girder* pada *elevated section* CP – 102 sepanjang 4.74 km berlokasi di sepanjang Jalan Fatmawati hingga Jalan Cipete Raya ini merupakan paket pekerjaan sipil yang dikerjakan oleh kerjasama antara perusahaan asing dengan perusahaan nasional. PT Wijaya Karya yang bekerja sama dengan Tokyu Construction dari Jepang bergabung menjadi satu perusahaan menjadi Tokyu-WiKa Joint Operation atau TWJO. TWJO bekerja sebagai kontraktor proyek dibantu AECOM sebagai konsultan perencana dan Jakarta MRT Construction

3.3 Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian proposal Tugas Akhir ini dapat dilihat seperti pada gambar berikut :



Gambar 3.2 Diagram Alir Metode Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Metode Penelitian (Lanjutan)

3.4 Jenis dan Teknik Pengumpulan Data

3.4.1 Jenis Data

Data yang akan dikumpulkan dan digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 2 macam yaitu sebagai berikut :

1. Data primer, yang secara langsung didapatkan oleh peneliti dari sumber utama di lapangan. Dalam penelitian ini data primer yang dimaksud adalah hasil wawancara dengan pihak responden mengenai analisis kuantitatif yang pemberian nilai probabilitas terjadinya risiko dan nilai dampak biaya dan waktu.
2. Data sekunder, yang didapat dari dokumen yang sudah ada. Pada penelitian ini data sekunder yang dimaksud adalah data hasil dari analisis secara kualitatif yang berupa variabel-variabel risiko dan dampak sebelum proyek MRT Jakarta *elevated section* CP-102 dimulai dan jumlah kejadian risiko yang sudah terjadi selama progres proyek berlangsung.

3.4.2 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara wawancara langsung dan penilaian dengan kuisisioner terhadap para pakar yang sudah berpengalaman di bidang masing-masing. Pakar yang dimaksud adalah kontraktor pelaksana proyek MRT Jakarta *elevated section* CP-102 yaitu pihak Tokyu-Wika Joint Operation misalnya seperti :

- a. Civil/Site Engineer
- b. *Health safety and environment (HSE)*
- c. Risk Engineer

Sedangkan untuk data sekunder yang berupa metode pekerjaan box girder, *output* analisis kualitatif (risk item), durasi dan biaya pekerjaan box girder didapatkan dari studi literatur dan *document review* yang telah melalui persetujuan administration manager TWJO dan pihak yang terkait.

3.5 Wawancara

Wawancara yang dilakukan merupakan wawancara terstruktur, dimana hal-hal yang akan ditanyakan telah terstruktur atau telah ditetapkan sebelumnya secara rinci. Pada saat wawancara berlangsung akan dilakukan pendekatan secara kuantitatif untuk mencari data yang aktual, dan hubungan antar fakta-fakta. Dalam penelitian ini metode ini digunakan untuk menyesuaikan antara metode kerja erection *box girder* dengan risk item yang ada dan untuk mengetahui apakah muncul *secondary risk*.

3.6 Kuisisioner

Penilaian dengan kuisisioner dilakukan pada saat pemberian penilaian terkait jumlah kejadian risiko dan presentase dampak risiko yang berkaitan dengan biaya waktu.

Nilai yang diberikan berupa skala rasio. Untuk kejadian risiko maka nilai yang diberikan adalah *based value* berupa risiko tersebut telah terjadi. Sedangkan untuk penilaian dampak, rasio yang digunakan adalah berupa presentase.

Berikut adalah contoh tabel penilaian kuisioner :

Tabel 3.1 Contoh Kuisioner Penilaian Kejadian Risiko dan Dampak

Risk ID	Risk Item	Probabilitas (Kejadian Risiko)	Dampak (%)	
			Biaya	Waktu

3.7 Pengolahan Data

Semua data hasil wawancara dan kuisioner akan di input dan di analisis ke dalam perangkat lunak *Risky Project Professional*. Dari analisis tersebut akan diketahui perbedaan biaya normal (*actual cost*) dengan *risk cost* begitupun juga dengan durasinya

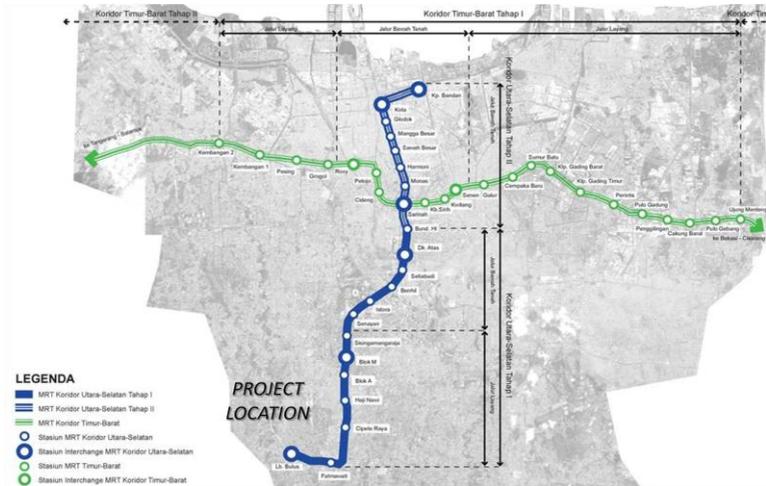
BAB 4

GAMBARAN UMUM PROYEK

4.1 Nama dan Lokasi Proyek

Nama proyek ini adalah *Construction of Jakarta Mass Rapid Transit Elevated Section Packet CP 101 (Sta. 0-567 – Sta. 0+600) & CP 102 (Sta. 0+600 – Sta. 5+394)*. Selain konstruksi bawah tanah (*underground*), sebagian dari konstruksi jalur MRT Jakarta rata-rata merupakan struktur layang bertipe tiang tunggal (*single-pier*) yang membentang ± 10 km dari area transisi di kawasan patung Pemuda jalan Sisingamaraja hingga ujung selatan jalur MRT yaitu stasiun depot di kawasan Lebak Bulus. Dari rute tersebut, terdapat 7 Stasiun Layang, yaitu Lebak Bulus, Fatmawati, Cipete Raya, Haji Nawi, Blok A, Blok M dan Sisingamangaraja. Seluruh stasiun penumpang dan lintasan dibangun dengan struktur layang di atas permukaan tanah, sementara Depo kereta api dibangun di permukaan tanah (*on-ground*) yakni di bekas lahan stadion Lebak Bulus.

Berdasarkan hasil tender, Tokyu-WiKa Join Operation menang sebagai kontraktor utama proyek MRT Jakarta yang mengerjakan dua paket pekerjaan sipil yaitu CP 101 dan CP-102, dan sifat tender adalah terbuka, dengan jenis kontrak *design and build* dimana ketentuan pemenang adalah dengan penawaran terendah. Dalam penelitian ini objek yang ditinjau adalah paket pekerjaan *super structure box girder* CP 102 saja. Lokasi proyek berada pada wilayah administrasi Kecamatan Cilandak Jakarta Selatan, Provinsi DKI Jakarta.



Gambar 4.1 Peta Lokasi Proyek

4.2 Ringkasan Umum Proyek

Secara garis besar, proyek *mass rapid transit* Jakarta *elevated section* CP-101 dan CP 102 dapat dilihat sebagai berikut :

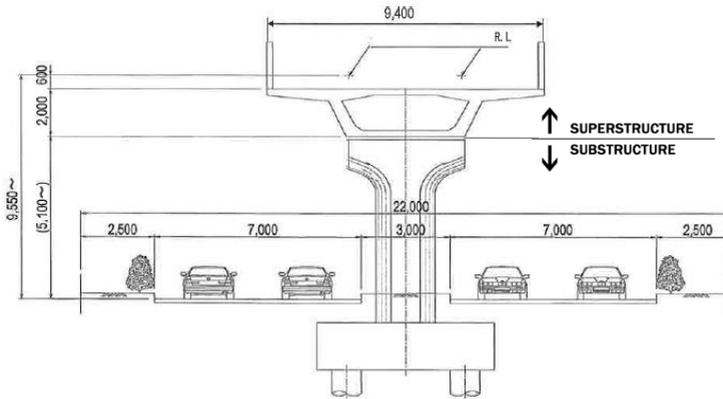
1. Nama Proyek : Construction of Jakarta Mass Rapid Transit Elevated Section Packet CP 101 (sta. 0+567 – sta.0+600)
CP102 (sta. 0+600 – sta.5+394)
2. Lokasi Proyek : Lebak Bulus - Fatmawati (CP-101)
Fatmawati - Cipete Raya-Haji Nawi (CP-102)
3. Panjang Proyek : 1.21 km (CP-101)
4.74 km (CP-102)
4. Tipe Proyek : Design & Build
5. Tipe Kontrak : Lump Sum contract
Based on FIDIC Yellow Book (Plan & Design Build)

- 6. Pemilik Proyek : PT. MRT Jakarta
- 7. Konsultan Perencana : AECOM
- 6. Kontraktor Proyek : Tokyu Wika Joint Operation
- 7. Konsultan Supervisi : Jakarta MRT Construction Management Consultant (JMCMC)
- 8. Waktu pelaksanaan : 26 November 2013 – 26 Juli 2018 (244 minggu/57 bulan)
- 9. Biaya : Rp 2.577.962.518.015,00

4.3 Pekerjaan Viaduct Proyek

Secara umum, pembangunan struktur jalur layang yang dibangun diatas jalan dilakukan dengan membangun viaduct (jembatan yang tersusun dari *spans*). Struktur viaduct sendiri dibagi menjadi dua bagian yaitu :

- a. Substructure (struktur bawah) : berfungsi untuk menyalurkan beban yang diterima oleh struktur atas hingga ke tanah. *Sub structure* terdiri dari beberapa struktur seperti pondasi, *pile cap*, *pier column*, *pier head*, dan *abutment*. Pada jalur layang MRT Jakarta, struktur pondasi menggunakan empat buah *bore pile* yang berdiameter 1.2 meter, struktur *pilecap* yang digunakan berdimensi 6 x 6 x 1.5 meter, struktur *pier column* berdimensi 3 x 2-2,5 meter, dan struktur *pier head* berdimensi 4 x 3 x 2 meter.
- b. Superstructure (struktur atas) : berfungsi untuk menerima beban hidup langsung yang ada diatas viaduct, kemudian menyalurkan tegangan dan beban tersebut ke struktur bawah untuk disalurkan ke tanah. Super struktur ini terdiri dari beberapa struktur seperti *box girder* dan *bearing*. Pada jalur layang MRT Jakarta, *box girder* yang digunakan berdimensi tinggi 2,2 meter dan panjang 2.95 meter.



Gambar 4.2 Cross Section Viaduct

Lokasi penelitian ini lebih dikhususkan pada pekerjaan *viaduct* CP-102. Jarak antar *pier column* pada lokasi studi dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.2 Jarak antar pier column pada CP-102

Pier	Jarak Antar Pier (m)	Pier	Jarak Antar Pier (m)
C16-CP1	40	CP14-CP15	40
CP1-CP2	40	CP15-CP16	40
CP2-CP3	40	CP16-CP17	40
CP3-CP4	40	CP17-CP18	40
CP4-CP5	40	CP18-CP19	40
CP5-CP6	40	CP19-CP20	40
CP6-CP7	40	CP20-CP21	40
CP7-CP8	40	CP21-CP22	40
CP8-CP9	40	CP22-CP23	40
CP0-CP10	40	CP23-CP24	40
CP10-CP11	40	CP24-CP25	40
CP11-CP12	40	CP25-CP26	40
CP12-CP13	40	CP26-CP27	40
CP13-CP14	40	CP27-CP28	30

4.4 Resources

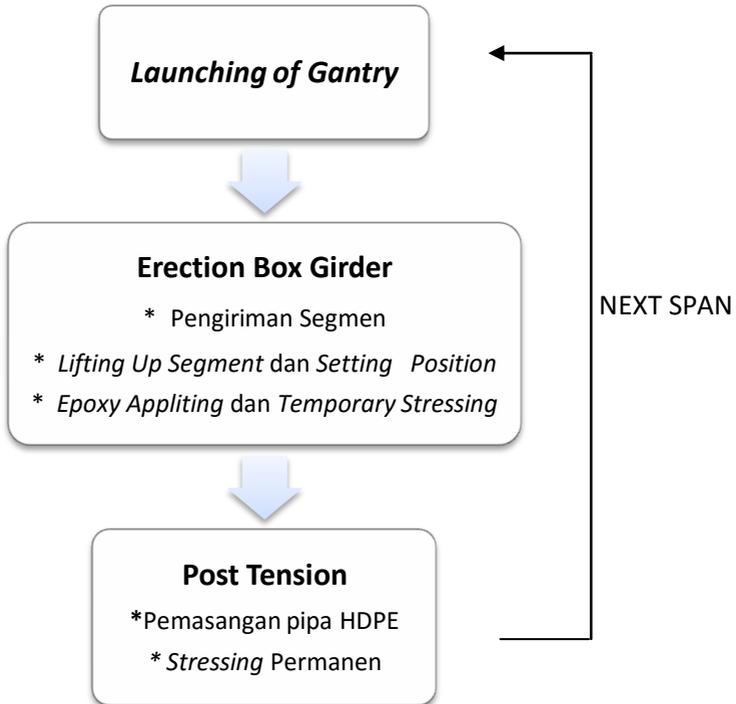
Untuk CP-101 dan CP-102, pekerjaan *superstructure* akan menggunakan metode *span-by-span*. Setelah melakukan *loading test* pada *launching gantry*, pekerjaan erection box girder untuk *superstructure* dapat dimulai. Aktifitas pekerjaan pada metode tersebut akan dilakukan dengan menggunakan berbagai *resources* (sumber daya) seperti peralatan, material, dan pekerja. Resources pada metode *span-by-span* dapat dilihat secara lengkap pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Resources pada metode *span-by-span* CP-102

No	Description	Quantity
Equipment		
1	Launching Gantry	1 set
2	Winch (maximum capacity: 60 ton)	1 unit
3	Winch (maximum capacity: 15 ton)	1 unit
4	Generator (200 kVA)	1 unit
5	Generator (60kVA)	1 unit
6	Transportation Traller	As required
7	Electrical Hydraulic Pump	2
8	Electrical Strand Pusher	2
9	Grouting Pump	2
10	Stressing Jack (ZPE 980)	4
11	Stressing Jack (ZPE 460)	2
12	Stressing Jack (ZPE 300)	2
13	Air Compressor	1
14	Angle Grinder	3
Material		
1	Box Segment	As required
2	PT Strand (15.7mm)	As required
3	Epoxy	As required
4	Grout Material	As required
Labour		
1	Erection Engineer	1 person / shift
2	Erection Supervisor	2 person / shift
3	Survey Team	1 team

4.5 Metode Pekerjaan *Span-by-Span Erection*

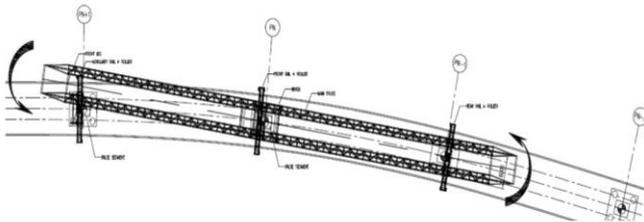
Metode pekerjaan *box girder* pada *elevated section* MRT Jakarta menggunakan sistem *span by span erection* dengan bantuan alat berat launching gantry. Metode ini dilakukan dengan mengangkat bagian per bagian dari segmental girder dengan cara *lifting*. Kemudian mengatur posisi ke tumpuan bearing pad untuk segmen pertama dan segmen ke-16. Metode ini sangat mudah dan cepat untuk dilakukan. Pada Gambar 4.3 menjelaskan tentang diagram alir aktivitas yang terdapat di dalam metode pekerjaan *span by span erection* dengan launching gantry.



Gambar 4.3 Alur Aktivitas Pekerjaan *Box Girder*

c. *Curved Span*

Launcher diposisikan diantara pier PN-1 dan PN. *Stressing* pada segmen telah selesai dilakukan dan berat bentang telah ditransferkan ke *support jack*. Prosedur *launching* didefinisikan seperti *curved* , jika kaki belakang tidak dapat mencapai kolom selanjutnya. Jadi rail bantuan harus dipindahkan dengan bantuan *craine* ke kolom selanjutnya. *Curved span* biasa dipakai di jalan Fatmawati karena di sepanjang jalan tidak lurus sempurna. Detail gambar 4.5 seperti berikut :



Gambar 4.5 Posisi *gantry* pada *curved span*

e. Urutan Pekerjaan *Launching Gantry*

Urutan pekerjaan *launching gantry* adalah sebagai berikut

:

- a. Pemasangan *false segment*
- b. Pemasangan *jack* yang bersifat sementara
- c. Pemasangan *front leg* diatas *false segment*
- d. *Launching main truss*
- e. Pemasangan *roller beam* 1 dan *roller beam* 2

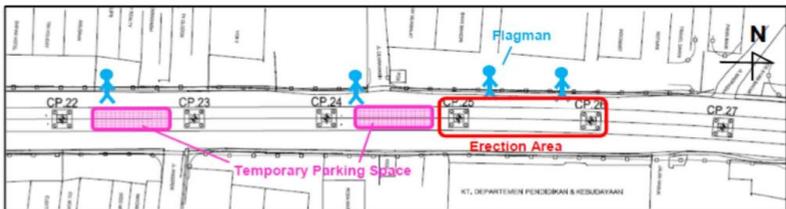
4.5.2 *Erection Box Girder*

a. Pengiriman Segmen

Pengiriman *box girder* dari tempat pabrikasi (WiKa Kobe) di Karawang Barat ke area proyek MRT paket CP-102 di Fatmawati Jakarta Selatan akan diangkut pada malam hari dengan transportasi *trailer*. Waktu yang diperukan saat

pengiriman sekitar 2,5 jam. Sebelum pengiriman *box girder* untuk area *erection*, *site engineer* dan atau *supervisor* harus berkomunikasi dengan supir *trailer* untuk mencegah beberapa masalah dan kecelakaan saat pengiriman *box girder*. Pengiriman segmen dihari pertama sebanyak 6 buah dan di hari kedua sebanyak 10 buah.

Tempat parkir sementara untuk *trailer* harus tersedia di area konstrukai untuk mencegah terjadinya masalah yang berkaitan degan parkir ilegal dan untuk pengiriman segmen yang lebih efisien. Pemberi isyarat keselamatan harus ada di setiap tempat parkir sementara dan area ereksi untuk mengatur lalu lintas ketika *trailer* masuk dan keluar dari area konstruksi. Dibawah ini merupakan contoh pengaturan area kerja.



Gambar 4.6 Posisi Tempat Parkir Sementara

b. *Lifting Up Segment and Setting Position*

Urutan pekerjaan *Lifting Up Segment and setting position* adalah sebagai berikut :

- 1) Pemindahan *box girder* ke area *erection*
- 2) Pemasangan *hand rail* diatas *box girder*
- 3) Pergeseran *winch* dan memasangkan ke *spreader beam* dengan *pin*
- 4) Pergeseran *spreader beam* ke *box girder*
- 5) Pemasangan 4 buah *stress bar* lalu dikencangkan sampai 375 kN
- 6) Pengangkatan *box girder*

- 7) *Trailer* pergi dari *site*
- 8) Pengaturan posisi *box girder*
- 9) Pemasangan dua buah *hanger bar* D36
- 10) Pelepasan *winch* dari *spreader beam* dan pengangkatan *winch* kemudian pergeseran *winch* untuk menuju *spreader beam* selanjutnya.

c. *Epoxy Applying dan Temporary Stressing*

Urutan pekerjaan *Epoxy Applying* dan *Temporary Stressing* adalah sebagai berikut :

- 1) Penembakkan posisi oleh *surveyor*
- 2) Pemasangan *winch* ke *spreader beam* dan pelepasan *hanger bar* dari *spreader beam*
- 3) Pergeseran segmen 2 ke segmen 1
- 4) Pemasangan terpal di bawah segmen yang akan di *epoxy*
- 5) Pemasangan *stress bar* untuk *temporary stressing* di dalam dan diatas *box girder*.
- 6) *Epoxy* dan merapatkan segmen
- 7) Pemasangan *coupler* dan penguncian *stress bar* (25Mpa) pada *temporay stressing* di dalam dan diatas *box girder*
- 8) Pemasangan *hanger bar* ke *spreader beam* dan pelepasan *winch*
- 9) Pembersihan hasil lem

4.5.3 *Post Tension*

a. *Pemasangan Pipa HDPE*

High density polyethylene (HDPE) digunakan pada *Post-Tensioning* eksternal. Pipa dibuat dengan panjang 11.8m. Pipa tersebut terhubung satu sama lain dengan cara pengelasan sampai panjang *strand* yang dibutuhkan. Berikut adalah urutan pekerjaan pemasangan pipa HDPE :

- 1) Persiapan pemasangan pipa HDPE
- 2) Pemasangan dan pergeseran 6 pipa HDPE dari segmen 16 ke segmen 1
- 3) Penyambungan ujung pipa ke lubang *strand*

b. Pemasangan *strand* ke Pipa

Urutan pekerjaan pemasangan *strand* ke pipa adalah sebagai berikut :

- 1) Pemasangan *coil dispenser* dan *strand pusher*
- 2) Pemasangan peluru
- 3) Memasukkan *strand* ke pipa dan membuka peluru
- 4) Memotong *strand*

c. *Stressing Permanent*

Urutan pekerjaan *stressing permanent* adalah sebagai berikut :

- 1) Pemasangan *anchor block* 1
- 2) Pemasangan *wedges*
- 3) Pemasangan *chair*
- 4) Pemasangan *anchor block*
- 5) Pemasangan alat *hydraulic jack* 980 ton
- 6) Pemasangan *chrome wedges*
- 7) *Stressing* lubang 1 dan 2
- 8) Pembongkaran *temporary stressing* dan *hanger bar*
- 9) Menundukkan segmen diatas *jack*
- 10) *Stressing* 3 lubang
- 11) Pelepasan alat *hydraulic jack* 980 ton.

4.6 Analisis Durasi dan Biaya Pekerjaan *Box Girder*

Analisis ini merupakan hasil dari studi literatur penelitian yang dilakukan oleh Adi Rizky Saputra yang mengambil judul penelitian” ANALISIS PRODUKTIVITAS DAN BIAYA PEKERJAAN BOX GIRDER DI CP 102 PADA PROYEK KONSTRUKSI MRT JAKARTA” dan sudah melalui persetujuan yang bersangkutan, alasan utama pengambilan data kepada peneliti tersebut dikarenakan pihak kontraktor tidak secara terbuka memberikan data mengenai durasi dan biaya pada pekerjaan box girder. Selain itu, saran yang diberikan oleh pihak

kontraktor sendiri yaitu mengambil proyek sejenis atau meninjau dari penelitian orang lain terkait data yang dibutuhkan.

4.6.1 Analisis Durasi Pekerjaan *Box Girder*

Durasi merupakan salah satu aspek penting dalam peningkatan produktifitas dalam pelaksanaan pekerjaan *box girder* dengan *launching gantry*. Setelah perencanaan kegiatan pada pekerjaan *box girder* yang akan dilakukan, langkah selanjutnya yaitu membuat penjadwalan. Penjadwalan dimaksudkan untuk menaksir durasi yang diperlukan untuk melaksanakan tiap kegiatan dan menegaskan kapan suatu kegiatan berlansung dan kapan berakhir. Peneliti dalam studi literatur yang dipakai ini dalam menentukan durasi pada tiap pekerjaan dilakukan dengan pengamatan langsung dilapangan dan menggunakan bantuan alat *stopwatch*. Lokasi pengamatan dilakukan pada *viaduct* CP-102 pada span antara CP-28 dan FP-05 di Jalan Fatmawati, Cilandak, Jakarta Selatan. Durasi pada tiap pekerjaan *box girder* dengan *launching gantry* dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut.

1. *Launching of Gantry*

Tabel 4.4 Durasi Pekerjaan *Launching of Gantry*

Item Pekerjaan	Durasi (menit)	Jumlah Pekerja (OH)
Pemasangan false segment	60,00	4
Pemasangan jack yang bersifat sementara	45,00	2
Pemasangan front leg diatas false segment	35,00	4
Launching main truss	30,00	4
Pemasangan roller beam ke 1	30,00	4
Pemasangan roller beam ke 2	45,00	6
Jumlah	4jam 5 menit	

Waktu pelaksanaan *launching gantry* dimulai sekitar pukul 20:00 dan berakhir pada pukul 00:05. Durasi pekerjaan tersebut adalah 4 jam 5 menit.

2. Pengiriman Segmen

Waktu yang dibutuhkan pada mobilisasi *pengiriman box girder* dari tempat pabrikasi (Wika Kobe) di Karawang Barat ke area proyek *Mass Rapid Transit* paket CP 102 di Fatmawati Jakarta selatan selama $\pm 2,5$ jam. Namun pada penelitian ini asumsi pekerjaan pemasangan *box girder* tersebut dimulai pukul 20.30 WIB *trailer* tiba di area proyek. Pengiriman di hari pertama sebanyak 6 segmen dan di hari kedua sebanyak 10 buah.

3. *Lifting Up Segment dan Setting Position*

Tabel 4.5 Durasi Pekerjaan *Lifting Up Segment dan Setting Position* hari pertama

Item Pekerjaan	Rincian Pekerjaan	Segmen 1		Segmen 2		Segmen 3		Segmen 4		Segmen 5		Segmen 16		Rata-rata	Jumlah Rata-rata
		Durasi (menit)	Jumlah Pekerja (OH)												
PEMASANGAN SEGMENT DENGAN LAUNCHER	Pemindahan box girder ke area erection	3	5	3.3	5	3.4	5	3.57	5	3.45	5	4	5	3.45	37.82
	Pemasangan hand rail diatas box girder	7	2	6.25	2	6.3	2	6.2	2	6.5	2	7.5	2	6.63	
	Pergeseran winch dan memasang ke spreader beam dengan pin	8.2	2	7.42	2	8.3	2	8	2	9.4	2	8.8	2	8.35	
	Pergeseran spreader beam ke box girder	9.62	4	9.92	4	9.3	4	10	4	11.2	4	8.9	4	9.82	
	Pemasangan 4 buah stress bar lalu dikencangkan sampai 375 kN	11	3	10.4	3	9	3	9.2	3	9.2	3	8.6	3	9.57	
PEMINDAHAN SEGMENT	Pengangkatan box girder	4.4	1	4.4	1	4.48	1	4.3	1	4	1	4.2	1	4.30	9.75
	Pengaturan posisi box girder	6.2	1	5.4	1	6.3	1	5.3	1	5	1	4.5	1	5.45	
PEMASANGAN HANGER BAR	Pemasangan dua buah hanger bar D36	4.2	4	4.2	4	4.3	4	5	4	4.8	4	4.1	4	4.43	4.43
PELEPASAN LAUNCHER	Pelepasan winch dari spreader beam dan pengangkatan winch untuk sreader selanjutnya	1.6	4	1.5	4	1.9	4	1.55	4	0.95	4	1.45	4	1.49	2.01
	Trailer pergi dari site	0.4	5	0.5	5	0.4	5	0.35	5	0.45	5	1	5	0.52	
Jumlah		55.22		52.79		53.28		53.12		54.5		52.05			54.01
Jumlah Waktu Total		5.35													

Pemasangan *box girder* yang dilakukan pada CP-24 dan CP-25 pada hari pertama dilakukan pemasangan sebanyak 6 segmen yaitu segmen 1,2,3,4,5,dan 16. Total durasi yang dibutuhkan untuk pemasangan ke-6 segmen *box girder* di hari pertama adalah 5.35 jam atau 4 jam 21 menit, dan rata-rata pemasangan tiap segmen membutuhkan waktu 54,01 menit.

Tabel 4.6 Durasi Pekerjaan *Lifting Up Segment* dan *Setting Position* hari kedua

Item Pekerjaan	Rincian Pekerjaan	Segmen 15		Segmen 14		Segmen 13		Segmen 12		Segmen 6		Segmen 7		Segmen 8		Segmen 11		Segmen 10		Segmen 9		Rata-rata	Jumlah Rata-rata
		Durasi (menit)	Jumlah Pekerja (OH)	Durasi (menit)	Jumlah Pekerja																		
PEMASANGAN SEGMENT DENGAN LAUNCHER	Pemindahan box girder ke area erection	3.4	5	3.3	5	4	5	4.2	5	3.5	5	3.4	5	4.1	5	3.3	5	3	5	3.2	5	3.54	37.49
	Pemassangan hand rail diatas box girder	6.3	2	6.1	2	5.5	2	6.2	2	6.1	2	6.4	2	6.3	2	6.45	2	5.5	2	6.3	2	6.115	
	Pergeseran winch dan memasang ke spreader beam dengan pin	10.5	2	8.1	2	7.4	2	8.8	2	7.9	2	10.9	2	10.2	2	10.5	2	9.7	2	9.6	2	9.36	
	Pergeseran spreader beam ke box girder	9.2	4	8.4	4	9.6	4	7.7	4	9.9	4	7.7	4	8.9	4	9	4	9.5	4	10.9	4	9.08	
	Pemassangan 4 buah stress bar lalu dikencangkan sampai 375 kN	9.3	3	8.6	3	11.1	3	9.9	3	9.1	3	9.4	3	8.7	3	9.6	3	9.7	3	8.5	3	9.39	
PEMINDAHAN SEGMENT	Pengangkatan box girder	5	1	5	1	4.3	1	4.5	1	4.5	1	4.3	1	4.5	1	4.2	1	4.4	1	4.3	1	4.5	9.38
	Pengaturan posisi box girder	4.4	1	5.2	1	5.5	1	4.3	1	5.2	1	5.3	1	4.5	1	4.5	1	5.4	1	4.5	1	4.88	
PEMASANGAN HANGER BAR	Pemassangan dua buah hanger bar D36	4.15	4	4.2	4	4.3	4	4.45	4	5	4	4.2	4	4.2	4	4.1	4	3.1	4	4.3	4	4.2	4.20
PELEPASAN LAUNCHER	Pelepasan winch dari spreader beam dan pengangkatan winch untuk sreader selanjutnya	1.45	4	1.6	4	1.45	4	2.1	4	1.6	4	1.2	4	0.9	4	0.8	4	1.6	4	0.9	4	1.36	2.07
	Trailer pergi dari site	0.5	5	0.45	5	0.5	5	1.1	5	1	5	0.45	5	1	5	0.5	5	0.45	5	1.1	5	0.705	
Jumlah		53.7		50.5		53.15		52.15		52.8		52.8		52.3		52.45		51.9		52.5			53.13
Jumlah Waktu Total		7.87	jam																				

Pemasangan *box girder* yang dilakukan pada CP-24 dan CP-25 pada hari kedua dilakukan pemasangan sebanyak 10 segmen yaitu segmen 15,14,13,12,6,7,8,11,10 dan 9. Total durasi yang dibutuhkan untuk pemasangan ke-10 segmen *box girder* di hari kedua adalah 7.87 jam atau 7 jam 52 menit, dan rata-rata pemasangan tiap segmen membutuhkan waktu 53.13 jam.

Tabel 4.7 Durasi Total Pekerjaan *Lifting Up Segment* dan *Setting Position* hari kedua

Jumlah Durasi Rata-rata	Pemasangan Segmen Dengan Launcher	Pemindahan Segmen	Pemasangan Hanger Bar	Pelepasan Launcher
Hari ke-1	37.82	9.75	4.43	2.01
Hari ke-2	37.49	9.38	4.20	2.07
Total Rata-rata	37.65	9.56	4.32	2.04
Total durasi 1 segmen	53.57			MENIT

Hasil dari rata-rata pekerjaan *erection box girder* pada hari pertama dan kedua adalah 53,97 menit atau 53 menit 34 detik per segmen *box girder*.

4. *Epoxy Applying* dan *Temporary Stressing*
Epoxy bertujuan untuk merekatkan antara segmen *box girder* dan menghindari terjadinya rembesan air pada *box girder*. *Epoxy* sendiri berupa seperti lem, ketebalan *epoxy* yang diaplikasikan pada sisi samping *box girder* kira-kira 1mm dan bahan yang digunakan adalah SikaDur. Sedangkan *temporary stressing* bertujuan untuk membantu merekatkan antar segmen setelah dilakukan pekerjaan *epoxy*. Berikut adalah durasi pada pekerjaan *Epoxy Applying* dan *Temporary Stressing*.

Tabel 4.8 Durasi Pekerjaan *Epoxy Applying* dan *Temporary Stressing*

Item Pekerjaan	Segmen 1		Segmen 2		Segmen 3		Segmen 4		Segmen 5		Segmen 6		Segmen 7		Segmen 8		Rata-rata
	Durasi (menit)	Jumlah Pekerja (OH)	Durasi (menit)	Jumlah Pekerja	Durasi (menit)	Jumlah Pekerja											
Penembakkan posisi oleh surveyor	1	2	0.5	2	1.1	2	1.3	2	1.5	2	1	2	1.3	2	1.1	2	1.10
Pemasangan Winch Ke Spreader Beam dan Pelepasan Hanger Bar dari spreader beam	3.3	4	3.4	4	2.85	4	3.45	4	4	4	4.2	4	3.45	4	2.95	4	3.45
Pergeseran segmen 2 ke segmen 1	2	2	1.5	2	2.1	2	2.3	2	2.1	2	1.4	2	2.3	2	2.1	2	1.98
Pemasangan terpal di bawah segmen yang akan di epoxy	1.3	2	1.5	2	1.4	2	1.2	2	1.2	2	1.5	2	1.2	2	1.4	2	1.34
Pemasangan stress bar untuk temporary stressing di dalam dan diatas box girder.	6.5	5	6.4	5	5.8	5	7.2	5	7.3	5	6.6	5	6.4	5	7.3	5	6.69
Epoxy dan merapatkan segmen	8.5	6	8.5	6	8	6	8.4	6	8.5	6	8.3	6	8.5	6	8.5	6	8.40
Pemasangan coupler dan penguncian stress bar (25Mpa) pada temporary stressing di dalam dan diatas box girder	4.6	4	4.5	4	5.5	4	4.6	4	5.3	4	4.7	4	4.3	4	4.7	4	4.78
Pemasangan hanger bar ke spreader beam dan pelepasan winch	5.4	6	4.8	6	5.1	6	4.6	6	3.65	6	5.1	6	5.4	6	4.6	6	4.83
Pembersihan hasil lem	3.4	1	3.1	1	3	1	2.5	1	2.4	1	3.3	1	3.4	1	2.5	1	2.95
Jumlah	36		34.2		34.85		27.15		35.95		36.1		36.25		35.15		35.5063
Jumlah Waktu Total	4.59	jam															

Tabel 4.9 Durasi Pekerjaan *Epoxy Applying* dan *Temporary Stressing* (Lanjutan)

Item Pekerjaan	Segmen 9		Segmen 10		Segmen 11		Segmen 12		Segmen 13		Segmen 14		Segmen 15		Segmen 16		Rata-rata
	Durasi (menit)	Jumlah Pekerja (OH)	Durasi (menit)	Jumlah Pekerja	Durasi (menit)	Jumlah Pekerja											
Penembakkan posisi oleh surveyor	1.2	2	1.4	2	1.1	2	1.2	2	2	2	1.3	2	2.1	2	1	2	1.41
Pemasangan Winch Ke Spreader Beam dan Pelepasan Hanger Bar dari spreader beam	3.4	4	3.6	4	4.4	4	3.6	4	3.3	4	4.4	4	3.9	4	4.2	4	3.85
Pergeseran segmen 2 ke segmen 1	2.1	2	1.3	2	2.1	2	2	2	1.5	2	1.5	2	2.1	2	1.4	2	1.75
Pemasangan terpal di bawah segmen yang akan di epoxy	1.5	2	2	2	1.4	2	1.2	2	1.5	2	1.4	2	1.2	2	1.5	2	1.46
Pemasangan stress bar untuk temporary stressing di dalam dan diatas box girder.	6.7	5	6.7	5	5.8	5	8.1	5	7.5	5	6.7	5	7.3	5	6.6	5	6.93
Epoxy dan merapatkan segmen	8.5	6	8.5	6	7	6	8.4	6	9.2	6	8.5	6	8.5	6	8.3	6	8.36
Pemasangan coupler dan penguncian stress bar (25Mpa) pada temporary stressing di dalam dan diatas box girder	4.8	4	4.4	4	5.5	4	4.6	4	5.3	4	4.9	4	5.3	4	4.7	4	4.94
Pemasangan hanger bar ke spreader beam dan pelepasan winch	5.3	6	4.7	6	5.1	6	4.6	6	3.6	6	5.3	6	3.65	6	5.1	6	4.67
Pembersihan hasil kem	3.5	1	3.1	1	3	1	2.5	1	2.4	1	3.3	1	2.4	1	3.3	1	2.94
Jumlah	37		35.7		35.4		36.2		36.3		37.3		36.45		36.1		36.3063
Jumlah Waktu Total	4.84	jam															

Pekerjaan *Epoxy Applying* dan *Temporary Stressing* girder yang dilakukan pada ke-16 segmen *box girder* membutuhkan total durasi sebanyak 9,43 jam atau sekitar 9 jam 25 menit.

5. Pemasangan Pipa HDPE

Tabel 4.10 Durasi Pekerjaan Pemasangan Pipa HDPE

Item Pekerjaan	Durasi (menit)	Jumlah Pekerja
Persiapan pemasangan pipa HDPE	30	4
Pemasangan dan pergeseran 6 pipa HDPE dari segmen 16 ke segmen 1	55	4
Penyambungan ujung pipa ke lubang tendon	35	2
Jumlah	2 jam	

Pekerjaan Pekerjaan Pemasangan Pipa HDPE membutuhkan durasi sekitar 2 jam untuk 1 bentang . Pada tabel tersebut pekerjaan penyambungan pipa dengan welsing tidak dicantumkan karena sebelum *launching* span berikutnya.

6. Pemasangan strand ke pipa HDPE

Tabel 4.11 Durasi Pekerjaan pemasangan strand ke pipa HDPE

Item Pekerjaan	Durasi (menit)	Jumlah Pekerja (OH)
Pemasangan coil dispenser dan strand pusher	45	8
Memasang peluru pada ujung strand sebelum dimasukkan ke pipa HDPE (37 Lubang dalam 1 tendon)	55.5	2
Memasukkan strand ke pipa HDPE	166.5	4
Membuka peluru dan memasang anchor head	166.5	2
Memotong strang bar	55.5	4
Jumlah	8.15	jam

Pada *box girder* terdapat 6 lubang *strand*, pekerjaan ini terbagi 2 tim yang mana 1 tim mengerjakan 3 lubang tendon dan tim yang lain yang mana pengerjaannya dilakukan secara bersamaan. Lama waktu yang terpakai untuk memasukkan strand ke pipa HDPE sekitar 8 jam 9 menit.

7. *Stressing Permanent*

Tabel 4.12 Durasi Pekerjaan *Stressing Permanent*

Item Pekerjaan	Durasi (menit)	Jumlah Pekerja (OH)
Pemasangan <i>anchor block</i> 1	56	6
Pemasangan <i>wedges</i>	60	6
Pemasangan <i>chair</i>	54	6
Pemasangan <i>anchor block</i>	51	6
Pemasangan alat <i>hydraulic jack</i> 980 ton	90	5
Pemasangan <i>chrome wedges</i>	45	6
<i>Stressing</i> lubang 1 dan 2	44	6
Pembongkaran <i>temporary stressing</i> dan <i>hanger bar</i>	120	6
Menundukkan segmen diatas <i>jack</i>	90	6
<i>Stressing</i> 3 lubang	22	4
Pelepasan alat <i>hydraulic jack</i> 980 ton.	30	5
Jumlah	11.03	jam

Pada pekerjaan *Stressing Permanent* total waktu yang dibutuhkan adalah sekitar 11,03 jam atau 11 jam 18menit.

4.6.2 Analisis Biaya

Pelaksanaan suatu pembangunan tidak terlepas dari anggaran biaya yang diperlukan. Untuk suatu proyek, diperlukan jadwal yang efektif dan efisien sehingga akan menghemat jumlah anggaran yang diperlukan. Peneliti dalam studi literatur yang digunakan ini menggunakan SNI 2008 dalam penentuan indeks/kofisien pekerja dan Jurnal 2017 DKI dalam penentuan harga material dan upah pekerja. Berikut adalah biaya pekerjaan *box girder* secara lengkap :

1. Biaya Pekerjaan *Launching Gantry*

Biaya pekerjaan didapat dari perkalian antara koefisien alat dan tenaga kerja dengan harga satuan dasar. Biaya sewa *launcher gantry* perharinya diketahui menurut PT. VSL Indonesia sebesar Rp25.099.601,59/hari, dan harga sewa alat genset *moving launcher* dengan kapasitas 200 KVA di dapatkan sebesar Rp 327.245,59/jam. Namun, pada studi literature yang dipakai biaya *erection box girder* mencakup biaya *launching gantry*. Maka dari itu perlu dilakukan pemisahan biaya pekerjaan. Pemisahan tersebut mempengaruhi koefisien tenaga kerja maka dari itu perlu dilakukan penyesuaian koefisien tenaga kerja. Penentuan koefisien kerja pada studi literatur yang digunakan menggunakan formula berikut :

$$\text{Indeks} = \frac{(\text{Total Jam Kerja})}{(\text{jam Kerja Normal})} \times \frac{(\text{Jumlah Tenaga Kerja atau Alat berat})}{(\text{Jumlah Komponen yang terpasang})}$$

Tabel 4.13 Indeks Tenaga Kerja Pekerjaan Launching Gantry

Total Jam Kerja	4 jam 5 menit	Indeks
Jumlah Komponen yang terpasang	5	
Jam Kerja (Normal)	8jam	
Jumlah Tenaga Kerja :		
Tenaga Ahli	2	0.2
Opertor	1	0.1
Pembantu Operator	1	0.1
Mandor	1	0.1
Pekerja	6	0.6

Koefisien alat launcher gantry sebesar 0.16 didapat dari $1/\text{kapasitas alat}$, dimana kapasitas alat *gantry* sebesar 499,32 ton/jam. Sedangkan, koefisien *genset moving launcher* mengikuti koefisien *launcher gantry* karena digunakan bersamaan dengan launcher gantry yaitu sebesar 10,88 dimana 0,16 di kali dengan jumlah span yang akan menggunakan launcher gantry. Berikut adalah biaya pekerjaan pada *launching gantry*. *Service crane* yang tercantum dalam literatur yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya ditiadakan karena service crane hanya digunakan pada pemasangan awal, sedangkan pada penelitian ini *launching gantry* ditinjau saat pekerjaan span sebelumnya selesai.

Tabel 4.14 *Bill of Quantity Pekerjaan Launching Gantry*

No	Urutan	Satuan	Koefisien		Harga Satuan Dasar (Rp)	Harga (Rp)
I	Upah Tenaga Kerja					
1	Tenaga Ahli	OH	0.2	Rp	164,052.00	32,810.40
2	Operator	OH	0.1	Rp	174,488.00	17,448.80
3	Pembantu Operator	OH	0.1	Rp	149,730.00	14,973.00
4	Mandor	OH	0.1	Rp	174,468.00	17,446.80
5	Pekerja	OH	0.6	Rp	130,200.00	78,120.00
Sub Jumlah I						160,799.00
II	Peralatan					
1	Launcher Gantry	span	10.88	Rp	25,099,601.59	273,083,665.30
2	Genset Moving Launcher	jam	10.88	Rp	327,245.99	3,560,436.37
Sub Jumlah II						276,644,101.67
Sub jumlah (I+II)						276,804,900.67

Hasil yang didapatkan untuk biaya pekerjaan *launching gantry* sebesar Rp 276.644.101,67 dimana di dapatkan dari jumlah total dari harga upah pekerja sebesar Rp 160,799, peralatan sebesar Rp 1.667.274.304,84 dan harga peralatan sebesar Rp 276.644.101,67.

2. Biaya Pekerjaan *Erection Box Girder*

Material utama pada pekerjaan ini yaitu *box girder*, dimana peneliti pada studi literatur yang diambil menyimpulkan harga per komponen *box girder* yaitu Rp. 102.777.144,99 (detail pada lampiran). Untuk indeks tenaga kerja pada pekerjaan ini dapat dilihat pada 4.14 berikut.

Tabel 4.15 Indeks Tenaga Kerja Pekerjaan Erection Box Girder

Jam Kerja (Normal)	8jam	Hari 1	Hari 2	
Total Jam Kerja		5 jam 25 menit	8 jam 48 menit	
Jumlah Komponen yang terpasang		6	10	
Jumlah Tenaga Kerja :		Indeks		Rata-rata
Tenaga Ahli	4	0.45	0.44	0.45
Opertor	2	0.23	0.22	0.22
Pembantu Operator	1	0.11	0.11	0.11
Mandor	1	0.11	0.11	0.11
Pekerja	6	0.68	0.66	0.67

Alat genset pada *launching gantry* masih digunakan pada pakerjaan *erection box girder* sebagai daya . Sedangkan untuk menarik stress bar terikat dengan box girder menggunakan alat *hydraulic jack stress bar*. Koefisien alat tersebut sebesar 0,0351, didapat dari 1/kapasitas alat, dimana kapasitas alat *gantry* sebesar 28,46 titik/jam

Tabel 4.16 Bill of Quantity Pekerjaan Erection Box Girder

No	Urutan	Satuan	Koefisien	Harga Satuan Dasar (Rp)	Harga (Rp)
I	Upah Tenaga Kerja				
1	Tenaga Ahli	OH	0.45	Rp 164,052.00	73,823.40
2	Operator	OH	0.22	Rp 174,488.00	38,387.36
3	Pembantu Operator	OH	0.11	Rp 149,730.00	16,470.30
4	Mandor	OH	0.11	Rp 174,468.00	19,191.48
5	Pekerja	OH	0.67	Rp 130,200.00	87,234.00
Sub Jumlah I					235,106.54
II	Bahan Material				
1	Stress bar D32	ml	8	Rp 455,000.00	3,640,000.00
2	Stressing stress bar	ml	64	Rp 290,000.00	18,560,000.00
3	Epoxy	bh	8	Rp 80,000.00	640,000.00
4	Box Girder	bh	16	Rp 102,777,144.00	1,644,434,304.00
Sub Jumlah II					1,667,274,304.00
III	Peralatan				
1	Genset	jam	10.88	Rp 327,245.00	3,560,425.60
2	Hydraulic Jack stress bar	m3	0.035	Rp 450,000.00	15,750.00
Sub Jumlah III					3,576,175.60
Sub jumlah (I+II+III)					1,671,085,586.14

Hasil yang didapatkan untuk biaya pekerjaan *erection box girder* per satu *span* sebesar Rp 1.671.085.586,14/*span*, dimana di dapatkan dari jumlah total dari harga upah pekerja sebesar Rp 235.106,54, harga bahan material sebesar Rp 1.667.274.304,84 dan harga peralatan sebesar Rp 3.576.175,60.

3. Biaya Pekerjaan *Post Tensioning*

Penggunaan biaya pada pekerjaan *post tensioning* sama dengan literatur penilitan sebelumnya, dimana harga alat *hyraulick jack* dan *generator set* sama dengan alat pada pekerjaan *erection box girder* yaitu Rp 450.000,00/jam dan harga *Generator Set* sebesar Rp 327.245,59/jam. Sedangkan untuk *Concrete pump* pada saat *grouting* yaitu sebesar Rp 39.000,00/jam. Untuk indeks tenaga kerja pada pekerjaan ini dapat dilihat pada 4.17 berikut.

Tabel 4.17 Indeks Tenaga Kerja Pekerjaan *Post Tensioning*

Total Jam Kerja	22 jam 25 menit	Indeks
Jumlah Komponen yang terpasang	222 titik	
Jam Kerja (Normal)	8jam	
Jumlah Tenaga Kerja :		
Mandor	1	0.01
Tukang	2	0.03
Pekerja	3	0.04

Koefisien pipa HDPE sbesar 0,15, didapat dari 1/ kapasitas pipa, dimana kapasitas pipa sebesar 6.667 m/*strand*. Sedangkan koefiesien alat *stressing hydraulic jack* sebesar 0.034 dan koefisien alat *grouting concrete pump* sebesar 0.872. Berikut adalah biaya pekerjaan *post tensioning* secara keseluruhan.

Tabel 4.18 Biaya Pekerjaan *Post Tensioning* per kg

No	Urutan	Satuan	Koefisien	Harga Satuan Dasar (Rp)	Harga (Rp)
I	Upah Tenaga Kerja				
1	Mandor	OH	0.013	Rp 174,468.00	2,268.08
2	Tukang	OH	0.025	Rp 149,730.00	3,743.25
3	Pekerja	OH	0.038	Rp 130,200.00	4,947.60
Sub Jumlah I					10,958.93
II	Bahan Material				
1	Strand	kg	10.5	Rp 12,700.00	133,350.00
2	Anchore	bh	0.009	Rp 450,000.00	4,050.00
3	Pipa HDPE	m	0.15	Rp 74,000.00	11,100.00
4	portland cement	zak	0.02	Rp 73,000.00	1,460.00
Sub Jumlah II					149,960.00
III	Peralatan				
1	Hydraulic Jack stress bar	jam	0.034	Rp 450,000.00	15,300.00
2	Geerator set	jam	0.034	Rp 327,245.59	11,126.35
3	Concrete Pump	jam	0.872	Rp 39,000.00	34,008.00
Sub Jumlah III					60,434.35
Sub jumlah (I+II+III)					221,353.28

Hasil yang didapatkan untuk harga *post tensioning box girder* per kilogram sebesar Rp 221.353,28/kg, dimana di dapatkan dari jumlah total dari harga upah pekerja sebesar Rp 10.958,93 , harga bahan material sebesar Rp 149.960,00 dan harga peralatan sebesar Rp 60.434,35. Diketahui volume pekerjaan *post tensioning* per *span* sebesar 4134.98 kg maka biaya pekerjaan tersebut adalah Rp 915.291.385,73

BAB V

EVALUASI RISIKO BIAYA DAN WAKTU

5.1 Pendahuluan

Tokyu-Wika Join Operation selaku kontraktor utama MRT Jakarta CP-102 yang membangun paket pekerjaan jalan layang telah mengerjakan progress pembangunan sebesar 58% pada akhir Maret 2017. Dengan progres diatas 50% dapat terlihat pada gambar 4.2 dan 4.3 di sepanjang jalan tersebut bentangan yang tersusun atas *box girder* sudah bertumpu pada *pier* yang dibangun di median jalan dan sudah tampak tersambung satu sama lain. Risiko-risiko yang berdampak negatif terhadap biaya dan waktu pasti sudah terjadi selama proses pembangunan. Maka dari itu perlu adanya evaluasi risiko terkait biaya dan durasi proyek, apakah ada perubahan kenaikan biaya dan kemunduran jadwal proyek yang sudah dianalsi di bab sebelumnya.



Gambar 5.1 *Span* yang Menumpu pada *Pier*



Gambar 5.2 Bentang yang Mulai Menyatu

5.2 Identifikasi Risiko dan *Existing Control Measures* (ECMs)

Sebagaimana telah dijelaskan pada bab 3.5, bahwa proses evaluasi risiko dimulai dengan mengumpulkan daftar semua risiko sebelum proyek dilaksanakan. Tujuan identifikasi risiko yaitu mengenali peristiwa-peristiwa risiko yang berfokus pada peristiwa yang dapat menghasilkan konsekuensi negatif.

Langkah identifikasi risiko sudah dilakukan oleh pihak TWJO dengan *output* berupa *risk register* terkait pekerjaan *viaduct* / pekerjaan *box girder*. *Risk register* tersebut didapat dari referensi dari sub-kontraktor yaitu PT. VSL Indonesia, sub-kontraktor tersebut sebelumnya telah mempunyai *risk register*, lengkap dengan penilaian kualitatif tentang probabilitas dan dampak risiko serta adanya ECM yaitu semacam penanganan atau kontrol terhadap risiko yang sudah ada dan sudah pernah dilakukan pada proyek yang sejenis dengan pekerjaan *viaduct* MRT CP-102. *Risk assessment and determining controls* yang diterbitkan oleh VSL secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2.

Data *Risk register* terkait pekerjaan *box girder* yang digunakan dalam penelitian ini didapat dengan meminta data

secara langsung terhadap *Quality Assurance Engineer*. Data yang diminta adalah risk item sebelum proyek dimulai yang ada pada tahap konstruksi dengan fokus bahasan di konstruksi pekerjaan *box girder* CP-102. Dari data yang ada didapatkan dua jenis kategori resiko yaitu *Construction* dengan 4 *risk items* dan *HSE* dengan 29 *risk items*. Pada risk item terdapat *Existing Control Measures* (ECMs), yaitu *Risk item* secara lengkap dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut

Tabel 5.1 *Risk Item* Sebelum Proyek Dimulai dan ECM

Risk ID	Identified Risk Item		Existing Control Measures (ECMs)	
	Risk Item	Consequences & Additional Comments/Note	Available ECMs	ECM Owner
1.5	Construction			
1.5.11	Penurunan, miring, dan keretakan viadukt selama konstruksi substruktur viadukt dekat JORR. (Februari 2015).	Jalan tol JORR terblokir, keluhan dari pengguna JORR, PT. JU dan Jasa Marga. Tidak menutup kemungkinan adanya tuntutan hukum dan kerugian finansial untuk ganti rugi.	Pemasangan alat monitoring pergerakan tanah di struktur JORR. Pergerakan tanah akan dimonitor selama konstruksi dan tindakan sesuai dengan Rencana Monitoring Pergerakan Tanah (TWJO-DSR-0006revB)	Construction Manager of CP102
1.5.12	Pagar sementara ambruk akibat tertabrak alat berat ketika bermanuver dan berputar. (Februari 2015)	Kecelakaan lalu lintas mengakibatkan kemacetan jalan raya.	Mengatur site agar dapat mengakomodasi ukuran dan radius putar tiap alat berat. Ukuran dan radius putar harus dipastikan terlebih dahulu.	Construction Managers
1.5.14	Alat berat bersinggungan dengan kabel dan pipa utilitas umum ketika beroperasi. (Februari 2015)	Kerusakan fasilitas umum, keluhan hingga tuntutan hukum dari umum dan otoritas lokal, kerugian finansial untuk ganti rugi.	1. Memeriksa utilitas di bawah tanah dengan melakukan TestPit dan berkoordinasi dengan pemilik utilitas agar mereka merelokasinya sebelum memulai pekerjaan 2. Menempatkan flag man di sekitar alat berat untuk membantu mengawasi pergerakan alat berat. 3. Berkoordinasi dengan pemilik utilitas untuk pengarahannya metode kerja terlebih dahulu kepada operator mengenai lokasi utilitas yang ada di area kerja.	1. Construction Managers 2. Construction Managers 3. Project Control Division Manager
1.5.15	Keluhan dari pengguna jalan dan warga akibat kemacetan jalan yang terjadi akibat proyek. (Februari 2015)	Tuntutan hukum dari umum dan otoritas lokal, kerugian finansial untuk ganti rugi.	Menyediakan flagman dan rambu-rambu lalu lintas sepanjang Jl. Fatmawati.	Safety Manager
1.6	HSE			
1.6.1	Bekerja di ketinggian	1. Pekerja cedera dan atau meninggal karena jatuh dari ketinggian 2. Pekerja atau masyarakat cedera dan atau meninggal karena kejatuhan material dari ketinggian	1. Pekerja menggunakan Alat pelindung diri pada saat bekerja dan diberikan <i>safety induction</i> 2. Pekerja menggunakan Safety Body Harness dengan lengkap jika bekerja pada ketinggian di atas 2 meter	Safety Manager
1.6.2	Pekerja tertabrak alat berat (misalnya, bucket excavator) ketika berputar, bermanuver.	Pekerja mengalami cedera dan atau meninggal karena tertabrak alat berat	Pekerja menggunakan Alat pelindung diri saat bekerja dan memasang rambu peringatan disekitar mobilisasi alat berat	Safety Manager
1.6.3	Pekerja tertabrak kendaraan (umum dan/atau pribadi) ketika bekerja di dekat atau di lalulintas aktif.	Pekerja mengalami cedera dan atau meninggal karena tertabrak kendaraan pada saat bekerja.	1. Mempertimbangkan pengaturan lalu-lintas pada fase konstruksi di metode kerja. 2. Berkoordinasi dengan otoritas transportasi mengenai rekayasa lalu-lintas selama pekerjaan berlangsung.	1. Construction Managers 2. Project Control Manager
1.6.5	Polusi suara dan getaran dari alat-alat berat	Pekerja dan masyarakat sekitar terpapar kebisingan dan getaran dari alat berat	1. Alat berat menggunakan peredam yang dipasang dengan benar dan terawat 2. Memonitor kebisingan dan getaran pada interval yang telah ditentukan	1. Safety Manager 2. Safety Manager
1.6.6	Pencemaran lingkungan akibat dari tumpahan minyak dari alat berat dan material berbahaya (B3). (Juni 2014)	Tanah terkontaminasi oleh bahan bakar minyak dari gudang bahan bakar atau alat berat	Membuat Penampungan untuk tumpahan minyak yang berisi pasir,sekop, sapu dan majun di lapangan untuk mencegah minyak berceceran	Safety Manager

Tabel 5.1 Risk Item Sebelum Proyek Dimulai dan ECM (Lanjutan)

	Identified Risk Item		Existing Control Measures (ECMs)	
	Risk Item	Consequences & Additional Comments/Note	Available ECMs	ECM Owner
1.6.8	Ancaman gangguan keamanan dari tindak kriminal di site dari kantor pusat (September 2014).	Kerugian materiil dan finansial akibat aset perusahaan rusak atau bahkan dicuri, menyebabkan program tertunda hingga terhenti.	Koordinasi dengan pejabat keamanan setempat untuk mengamankan site.	Safety Manager
1.6.16	Pagar site roboh karena tidak dibaut dengan benar ke pelat dasar. (May 2015)	1. Kerusakan properti milik umum, kerugian finansial untuk ganti rugi, rusaknya reputasi TWJO. 2. Pekerja terluka akibat terhantam atau tertimpa pagar yang roboh, produktivitas pekerja berkurang.	Memastikan pemasangan pagar mengikuti prosedur TWJO yang berlaku.	Construction Managers
1.6.17	Benda kecil seperti peralatan kerja, material, dll terjatuh dari tempat bekerja di ketinggian. (May 2015)	1. Kerusakan properti milik umum, kerugian finansial untuk ganti rugi, rusaknya reputasi TWJO. 2. Pekerja terluka akibat benda yang terjatuh, produktivitas pekerja berkurang.	Memasang papan kaki pada perancah di ketinggian.	Safety Manager
1.6.18	Penggunaan dan pemeliharaan alat listrik (kabel, soket) yang tidak tepat dan membahayakan. (May 2015)	Kebakaran yang bersumber dari hubungan pendek arus listrik, pekerja tertertrum dan berakibat pada cedera berat hingga kecacatan.	Teknisi elektrikal sudah tersedia.	Safety Manager
1.6.19	a. Trailer atau crane terjebak di dalam tanah lembek. b. Batang gantry dan atau pekerja terjatuh atau terpelepet ketika penyunan gantry di level permukaan tanah. (May 2015) c. Rubuhnya penyangga sementara ketika pemasangan gantry. (May 2015) d. Batang, penyangga, kaki depan dan belakang gantry runtuh ketika pengangkatan akibat ketidakstabilan atau pergerakan longitudinal MT yang tidak terduga akibat longgarnya pin antara URS. (Ags 2015).	a. Gangguan lalu-lintas di sekitar proyek, keluhan dari pengguna jalan. b. Cedera ringan hingga cedera berat, produktivitas menurun. c. Kerusakan properti perusahaan, subkontraktor, umum. Kerugian finansial. d. Kerusakan properti perusahaan, subkontraktor, umum. Kerugian finansial.	a.1. Rencana manajemen lalu-lintas. a.2. Memeriksa kondisi jalan akses dan platform sementara. b.1. Urutan kerja pemasangan penyangga diperiksa agar sesuai dengan checklist. b.2. Semua pekerja diberikan pengarahan sebelum memulai kerja dan melengkapi APD. b.3. Merapikan alat-alat kerja kecil dan material di tempat penyimpanan yang seharusnya agar tidak menghalangi jalan setapak. c.1 Urutan kerja pemasangan penyangga diperiksa agar sesuai dengan checklist. c.2 Memastikan penyangga sementara memiliki sertifikat. c.3 Semua pekerja harus memakai APD. d.1 Semua pekerja diberikan pengarahan sebelum memulai kerja dan melengkapi APD. d.2 Mensterilkan area di bawah pengangkatan dari pekerja. d.3 Pemasangan gantry harus mengikuti checklist dengan ketat selama pemasangan gantry.	a.1 Project Control Division Manager a.2 Construction Managers a.3 Construction Managers b.1 Construction Managers b.2 Safety Manager b.3 Safety Manager c.1 Construction Managers c.2 Construction Managers c.3 Safety Manager d.1 Safety Manager d.2 Construction Managers d.3 Construction Managers
1.6.20	a. Gantry rubuh ketidakstabilan Left Cross Beam, (LCB) di pier atau segmen pier. (Sept 2015) b. Gantry rubuh ketidakstabilan Front Support Leg (FSL) atau Rear Support Leg (RSL) ketika relaksi LCB atau Universal Lower Roller Support (ULRS). (Sept 2015) c. Gantry rubuh ketika aktivitas launching akibat pergeseran Main Truss (MT) dari guide roller. (Sept 2015) d. Pergerakan longitudinal Main Truss (MT) yang tidak terduga akibat longgarnya pin pengencang antara URS dan MT. (Sept 2015) e. Main truss rubuh akibat kelebihan beban. (Mei 2015) f. Pergerakan longitudinal MT yang tidak terduga akibat kerusakan peralatan elektronik, remote control, atau sambungan hidrolik. (Sept 2015) g. Kerusakan peralatan launching seperti, dongkrak hidrolik, katup, selang, sambungan listrik. (Sept 2015) h. Kezelakaan di jalan raya Jl. Fatmawati yang melibatkan kendaraan milik warga akibat pengalihan jalan ketika segmen erection. (Nov 2015)	1. Kerusakan parah properti umum, kerugian dan warga terluka berta hingga tewas.	a. Pemasangan dan pengencangan tie down stress bar harus direkam, disaksikan, dan diverifikasi oleh Gantry Engineer. b. Checklist Launching Kinematic diikuti dengan ketat untuk mencegah kelebihan beban RSL/FSL c.1 Melakukan inspeksi dan perawatan berkala pada URS dan sambungannya. c.2 Braket anti-uplift dipasang pada LCB agar tidak lepas. d. Checklist Launching Kinematic diikuti dengan ketat untuk dengan Titik Tunggu sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. e. Menjalankan uji bobot sebelum launching dan memeriksa berat segmen yang akan diangkat dengan membandingkan data dengan checklist. f.1 Mematikan Power Supply pada Electrical Control Box dalam keadaan darurat. f.2 Memastikan stopper fisik terpasang pada Main Truss f.3 Menjalankan inspeksi dan perawatan gantry secara rutin sesuai Gantry Operation Manual. g. Menjalankan inspeksi dan perawatan gantry secara rutin sesuai Gantry Operation Manual. h.1 Menjalankan inspeksi dan perawatan gantry secara rutin sesuai Gantry Operation Manual. h.2. Mengerjakan erection segmen gantry hany di malam hari.	a. Construction Managers b. Construction Managers c.1 Construction Managers c.2 Construction Managers d. Construction Managers e. Construction Managers f.1 Safety Manager f.2 Construction Managers f.3 Safety Manager g. Safety Manager h.1 Project Control Division Manager h.2 Construction Manager CP102

Tabel 5.1 Risk Item Sebelum Proyek Dimulai dan ECM (Lanjutan)

Risk ID	Identified Risk Item		Existing Control Measures (ECMs)	
	Risk Item	Consequences & Additional Comments/Note	Available ECMs	ECM Owner
1.6.21	<p>a. Kelebihan beban atau kegagalan peralatan pengangkatan ketika pengangkatan segmen gantry. (Sept 2015)</p> <p>b. Dislokasi batang pengangkat atau sambungan segmen dan batang spreader akibat sambungan yang tidak layak. (Sept 2015)</p> <p>c. Kegagalan sambungan batang ketika penyambungan segmen. (Sept 2015)</p>	<p>Cedera berat hingga korban jiwa, kerugian waktu.</p> <p>b.</p> <p>c.</p>	<p>a.1 Memastikan peralatan angkat memiliki sertifikat yang masih berlaku dan operator alat angkat kompeten dan bersertifikat.</p> <p>a.2 Checklist, lifting plan dan prosedur harus dilengkapi dan disetujui sebelum mulai pengangkatan.</p> <p>a.3 Mensterilkan area di bawah zona pengangkatan dari personil.</p> <p>b. Mendesain lifting bar dan sambungan memenuhi faktor keamanan.</p> <p>c. 1 Aktivitas pekerjaan yang terkontrol tercantum dalam Segment Erection Checklist</p> <p>c.2 Memastikan sambungan instalasi sesuai dengan Segment Erection Checklist</p>	<p>a.1 Safety Manager</p> <p>a.2 Construction Managers</p> <p>a.3 Safety Manager</p> <p>b. Construction Managers (Subcontractor)</p> <p>c1. Construction Managers (Subcontractor)</p> <p>c.2 Construction Managers (Subcontractor)</p>
1.6.22	<p>a. Terhantam strand ketika loading strand ke dalam bripack atau strand dispenser. (Nov 2015)</p> <p>b. Terhantam strand ketika threading strand section di kedua bagian dan threading mesin. (Nov 2015)</p> <p>c. Pekerja terjepit dongkrak ketika setting dan pemasangan dongkrak. (Nov 2015)</p> <p>d. Pekerja terhantam selang oli hidrolik dari pompa hidrolik. (Nov 2015)</p> <p>e. Jari pekerja terjepit dongkrak ketika pekerjaan stressing dengan dongkrak hidrolik. (Nov 2015)</p> <p>f. Pekerja teriris ketika motong strand setelah pekerjaan stressing.</p>	<p>Cedera berat yang dapat menyebabkan produktivitas berkurang</p>	<p>a. Hanya team leader berpengalaman dan kompeten yang boleh mengangkat kumparan strand dan memasangnya ke dalam bripack atau dispenser strand.</p> <p>b.1 Minimal 1 orang harus berada di pintu keluar ketika pengerjaan threading. Area di pintu keluar harus ditutup dari akses langsung.</p> <p>b.2 Tidak boleh ada personel yang lewat, atau berdiri di duct keluar selama threading.</p> <p>b.3 Pekerja harus mengenakan sarung tangan pelindung dan menjaga batas zona threading serta memasang rambu peringatan.</p> <p>c. Pelaksana jacking berdiri di kedua sisi dongkrak.</p> <p>d. Tidak boleh ada personel yang berdiri di depan jalur pipa selama pekerjaan stressing.</p> <p>e. Operator stressing harus memastikan semua tangan dan jari tidak berada di dekat titik jepit potensial sebelum memulai stressing.</p> <p>f.1 Kacamata penganan atau pelindung wajah harus dipakai selama pemotongan.</p> <p>f.2 Hanya personil terlatih yang boleh mengoperasikan gerinda untuk memotong strand.</p>	<p>a. Construction Managers</p> <p>b.1 Construction Managers</p> <p>b.2 Construction Managers</p> <p>b.3 Safety Manager</p> <p>c. Construction Managers</p> <p>d. Construction Managers</p> <p>e. Safety Manager</p> <p>f.1 Safety Manager</p> <p>f.2 Construction Managers</p>

5.3 Skala Probabilitas dan Dampak Risiko

Tokyu-Wika Join Operation selaku kontraktor utama dalam melakukan penilaian probabilitas terhadap *risk register* yang bertujuan untuk memprioritaskan atau menggolongkan risiko menggunakan lima tingkatan yaitu *frequent*, *likely*, *possible*, *unlikely*, dan *rare*. Penjelasan lengkap mengenai probabilitas risiko dapat dilihat pada tabel 4.2

Sedangkan, pada biaya dampak risiko dinilai dan dihitung dari deskripsi peristiwa risiko yang sudah pernah terjadi. Dalam hal ini masing-masing peristiwa risiko yang pernah terjadi di proyek MRT paket jalan layang dihitung biaya dampaknya dengan asumsi bahwa peristiwa risiko tersebut belum dilakukan tindakan mitigasi.

Metode perhitungan biaya dampak risiko diawali dengan memastikan bagaimana kriteria yang diambil oleh pihak kontraktor mengenai dampak biaya dan risiko. Seperti yang dijelaskan pada bab 2.6.2 menurut PMBOK edisi keempat, skala *output* dampak risiko terhadap waktu dinilai sangat besar jika mengalami kemunduran >20% dan kenaikan biaya >40% untuk dampak risiko terhadap biaya. Namun penilaian tersebut belum tentu diikuti oleh pihak kontraktor karena kenaikan biaya pada suatu proyek jika sudah melampaui lebih dari 40% bisa dikatakan proyek tersebut mengalami kebangkrutan. Kriteria skala dampak yang digunakan oleh TWJO selaku pihak kontraktor proyek dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut:

Tabel 5.2 Skala Probabilitas Risiko yang Digunakan oleh TWJO

Likelihood	Likelihood Description
Almost Certain/Frequent	Is expected to occur in most circumstances (perhaps, daily, or continuously)
Likely	Will probably occur in most circumstances (perhaps several times in a year)
Possible	Might occur at sometime (perhaps once in a year)
Unlikely	Could occur at sometime in life of operation (perhaps once in 10 years)
Rare	May occur only in exceptional circumstances (perhaps once in 100 years or less)

Tabel 5.3 Skala Dampak Risiko yang Digunakan oleh TWJO

Consequence Descriptor	Description of Consequences			
	Safety & Health	Environment	Project Programme	Financial
Catastrophic	Death	Regional Uncontained Environmental Impact	Project Halted	Huge Financial Loss (>IDR 10 Trillion)
Major	Extensive Injuries	Localized Uncontained Environmental Impact	Major Project Delay (>1year)	Major Financial Loss (IDR 1 Trillion - IDR 10 Trillion)
Moderate	Medical Treatment Required	Contained Environmental Impact	Moderate Project Delay (6month-1year)	Moderate Financial Loss (IDR 100 Million - IDR 1 Trillion)
Minor	First Aid Treatment	Immediately Contained Environmental Impact	Slight Project Delay (1 month-6month)	Minor Financial Loss (IDR 10 Million - IDR 100 Million)
Insignificant	No Injuries	Insignificant Contained Environmental Impact	Insignificant Project delay (<1 month)	Insignificant Financial Loss (<IDR 10 Million)

5.4 Matriks Probabilitas dan Dampak

Penilaian terhadap tingkat risiko yang dilakukan pihak kontraktor hampir sama dengan metode yang ada di dalam PMBOK 2004 edisi ke-4 yaitu dengan menggunakan tabel matriks probabilitas dan dampak. Skala probabilitas dan dampak yang sudah ditentukan sebelumnya akan diplot ke dalam tabel tersebut. Yang membedakan adalah pembagian zona/warna yang menggambarkan tingkat risiko tersebut. Berikut adalah tabel matriks yang digunakan TWJO dalam melakukan penilaian tingkat risiko.

Tabel 4.4 Matriks Probabilitas dan Dampak

		Consequence				
		Insignificant	Minor	Moderate	Major	Catastrophic
Probability	Rare	Low	Low	Low	Medium	Medium
	Unlikely	Low	Low	Medium	Medium	High
	Possible	Low	Medium	Medium	High	High
	Likely	Medium	Medium	High	High	Very High
	Frequent	Medium	High	High	Very High	Extreme

5.5 Risk Control Measures (RCMs) dan Residual Risk Analysis

RCM dapat dikatakan sebagai penambahan kontrol risiko yang sudah ada sebelumnya, dengan tujuan bisa mengurangi nilai dampak atau probabilitas yang sudah di nilai secara kualitatif saat mengidentifikasi risiko. RCM yang dikeluarkan oleh TWJO juga masih bersumber dari referensi sub-kontraktor VSL Indonesia.

Dengan adanya penambahan kontrol risiko maka nilai dari suatu dampak atau probabilitas risiko dapat diturunkan. Namun, pada penilaian residual risk oleh pihak TWJO ada perbedaan penilaian dampak dan probabilitas dengan referensi

yang dikeluarkan oleh sub-kontraktor VSL Indonesia. Terdapat *risk item* yang dinilai *LOW* oleh VSL Indonesia, namun dari pihak TWJO mengoreksi penilaian *risk item* tersebut menjadi tingkat *MEDIUM*. Dari perbedaan kedua data tersebut setelah dilakukan wawancara, pihak kontraktor (TWJO) menganggap level risiko medium dianggap sudah dapat ditangani dengan mudah tergantung dari penambahan respon risiko yang diberikan. Penambahan kontrol risiko dan penilaian *residual risk* oleh TWJO dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut. Untuk penilaian oleh *residual risk* oleh VSL Indonesia secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2

Tabel 5.4 Risk Control Measures (RCMs) dan Residual Risk Analysis

Risk ID	Risk Item	Initial Risk Analysis			Risk Control Measures (RCMs)	Residual Risk Analysis		
		Possibility of Risks with ECMS	Concequences of Risks with ECMS	Risks Rating with ECMS	Possible treatments (additional risk control measures RCMs)	Possibility of Risks with Additional RCMs	Concequences of Risks with Additional RCMs	Risks Rating with Additional RCMs
1.5	Construction							
1.5.11	Penurunan, miring, dan keretakan viaduct selama konstruksi substruktur viaduct dekat JORR. (Februari 2015).	LIKELY	MODERATE	HIGH	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat Emergency Response Plan untuk mengurangi dampak 2. Menambah strutt (perkuatan) besi tambahan di area galian sesuai dengan Land Movement Monitoring Plan (TWJO-DSR-0006 RevB 3. Menimbun kembali area galian sesuai dengan Land Movement Monitoring Plan (TWJO-DSR-0006 RevB) 4. Mengisi lubang galian dengan air sesuai Land Movement Monitoring Plan (TWJODSR-0006 RevB) 	MAJOR	RARE	MEDIUM
1.5.12	Pagar sementara ambruk akibat tertabrak alat berat ketika bermanuver dan berputar. (Februari 2015)	LIKELY	MODERATE	HIGH	Menyediakan asisten operator alat berat di lapangan untuk mengawasi pergerakan (perputaran) dan manuver alat berat ketika beroperasi di site.	CATASTROPHIC	RARE	MEDIUM
1.5.14	Alat berat bersinggungan dengan kabel dan pipa utilitas umum ketika beroperasi. (Februari 2015)	POSSIBLE	MAJOR	HIGH	Memasang penutup (pelindung) untuk proteksi apabila diperlukan.	MAJOR	RARE	MEDIUM
1.5.15	Keluhan dari pengguna jalan dan warga akibat kemacetan jalan yang terjadi akibat proyek. (February 2015)	LIKELY	MODERATE	HIGH	<ol style="list-style-type: none"> 1. Berkoordinasi dengan DISHUB untuk mengajukan rute alternatif bagi pengguna jalan di dekat Jl. Fatmawati. 2. Mengaplikasikan hasil rapat koordinasi dengan DISHUB mengenai rute alternatif dan pengaturan atau modifikasi lalu-lintas ke dalam metode kerja. 3. Menempatkan flagman untuk memandu pengguna jalan ke rute alternatif khususnya pada jam sibuk. 	MAJOR	RARE	MEDIUM

Tabel 5.4 Risk Control Measures (RCMs) dan Residual Risk Analysis (Lanjutan)

Risk ID	Risk Item	Initial Risk Analysis			Risk Control Measures (RCMs)	Residual Risk Analysis		
		Possibility of Risks with ECMs	Concequences of Risks with ECMs	Risks Rating with ECMs	Possible treatments (additional risk control measures RCMs)	Possibility of Risks with Additional RCMs	Concequences of Risks with Additional RCMs	Risks Rating with Additional RCMs
1.6	HSE							
1.6.1	Bekerja di ketinggian	CATASTROPHIC	POSSIBLE	HIGH	1. Pijakan perancah dipastikan aman unutm digunakan	CATASTROPHIC	RARE	MEDIUM
	2. Perancah dan tangga dipasang lengkap dengan railing dan barikade							
	3. Memasang tanda peringatan untuk menginformasikan kepada masyarakat dan pekerja bahwa diarea sekitar ada pekerjaan di ketinggian.							
	4. Menggunakan jaring pengaman di area pekerjaan							
	5. Memastikan perancah dipasang oleh scaffolder bersertifikat agar sesuai dengan standar Peraturan Kementerian Tenaga Kerja no. 1 tahun 1985							
1.6.2	Pekerja tertabrak alat berat (misalnya, bucket excavator) ketika berputar, bermanuver.	CATASTROPHIC	POSSIBLE	HIGH	1. Menyediakan Flagman untuk mengawasi lalu lintas dan mengawasi mobilisasi kendaraan dan peralatan berat.	CATASTROPHIC	RARE	MEDIUM
	2. Melengkapi alat berat dengan perlengkapan keamanan manuver, seperti rotary lamp, kaca spion, dan alarm mundur. (Februari 2015)							
	3. Memasang barikade dalam di dalam area kerja alat berat, disekitar alat berat untuk mensterilkan area kerja dari pekerja.							
1.6.3	Pekerja tertabrak kendaraan (umum dan/atau pribadi) ketika bekerja di dekat atau di lalulintas aktif.	CATASTROPHIC	UNLIKELY	HIGH	1. Tersedia flagman untuk mengawasi mobilisasi truk/kendaraan pada area pekerjaan site clearing	CATASTROPHIC	RARE	MEDIUM
	2. Pekerja selalu menggunakan alat pelindung diri dan memasang rambu peringatan pada area pekerjaan site clearing							
1.6.5	Polusi suara dan getaran dari alat-alat berat	MODERATE	LIKELY	HIGH	Dibuat jadwal operasi untuk operasional alat Berat, bongkar muat truk dan pengangkutan material untuk meminimalis kebisingan dan getaran	MODERATE	RARE	LOW

Tabel 5.4 Risk Control Measures (RCMs) dan Residual Risk Analysis ((Lanjutan)

Risk ID	Risk Item	Initial Risk Analysis			Risk Control Measures (RCMs)	Residual Risk Analysis		
		Possibility of Risks with ECMs	Concequences of Risks with ECMs	Risks Rating with ECMs	Possible treatments (additional risk control measures RCMs)	Possibility of Risks with Additional RCMs	Concequences of Risks with Additional RCMs	Risks Rating with Additional RCMs
1.6	HSE							
1.6.6	Pencemaran lingkungan akibat dari tumpahan minyak dari alat berat dan material berbahaya (B3). (Juni 2014)	MAJOR	POSSIBLE	HIGH	1. Melakukan pembersihan langsung di area yang terkena tetesan oli dari alat berat 2. Bahan bakar disimpan ditempat yang sejuk, berventilasi, tidak terkena sinar matahari langsung, memiliki saluran pembuangan untuk tumpahan minyak dan dijauhkan dari bahaya kebakaran 3. Bekerja sama dengan kontraktor spesialis untuk mengolah limbah B3 dengan benar di tempat pengolahan limbah B3 yang benar sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 18 tahun 1999, pasal 3, pasal 9 ayat 1, dan pasal 40 ayat 1. (Januari 2015)	MAJOR	RARE	MEDIUM
1.6.8	Ancaman gangguan keamanan dari tindak kriminal di site dan kantor pusat (September 2014).	MAJOR	POSSIBLE	HIGH	1. Koordinasi dengan pejabat keamanan setempat untuk mengamankan site. 2. Mengasuransikan aset perusahaan dengan asuransi kerugian (Februari 2015).	MAJOR	RARE	MEDIUM
1.6.16	Pagar site roboh karena tidak dibuat dengan benar ke pelat dasar. (May 2015)	MAJOR	FREQUENT	HIGH	Memasang penopang tambahan.	MODERATE	RARE	LOW
1.6.17	Benda kecil seperti peralatan kerja, material, dll terjatuh dari tempat bekerja di ketinggian. (May 2015)	MAJOR	POSSIBLE	HIGH	Memasang jaring pengaman untuk menangkap benda yang terjatuh.	MAJOR	RARE	MEDIUM
1.6.18	Penggunaan dan pemeliharaan alat listrik (kabel, soket) yang tidak tepat dan membahayakan. (May 2015)	MAJOR	LIKELY	HIGH	Menggunakan hanya peralatan listrik dengan grade industri.	MAJOR	RARE	MEDIUM
1.6.19	a. Trailer atau crane terjebak di dalam tanah lembek.	MINOR	POSSIBLE	MEDIUM	Melengkapi alat berat dengan perlengkapan keamanan manuver, seperti rotary lamp, kaca spion, dan alarm mundur.	MINOR	UNLIKELY	LOW
	b. Batang gantry dan atau pekerja terjatuh atau terpeleeset ketika penyusunan gantry di level permukaan tanah. (May 2015)	MINOR	POSSIBLE	MEDIUM	Batang harus diperkuat oleh strut sebelum dilepas dari crane	MINOR	UNLIKELY	LOW
	c. Rubuhnya penyangga sementara ketika pemasangan gantry. (May 2015)	MAJOR	UNLIKELY	MEDIUM	1. Pengarahan pekerja sebelum memulai pembangunan penyangga sementara. 2. Menggunakan alat angkat yang bersertifikat dan telah diperiksa.	MAJOR	RARE	MEDIUM
	d. Batang, penyangga, kaki depan dan belakang gantry runtuh ketika pengangkatan akibat ketidakstabilan atau pergerakan longitudinal MT yang tidak terduga akibat longgarnya pin antara ULRs. (Ags 2015).	MAJOR	UNLIKELY	MEDIUM	Posisi trial harus diidentifikasi dan diindikasikan dalam checklist	MAJOR	RARE	MEDIUM

Tabel 5.4 Risk Control Measures (RCMs) dan Residual Risk Analysis (Lanjutan)

Risk ID	Risk Item	Initial Risk Analysis			Risk Control Measures (RCMs)	Residual Risk Analysis		
		Possibility of Risks with ECMs	Concequences of Risks with ECMs	Risks Rating with ECMs		Possible treatments (additional risk control measures RCMs)	Possibility of Risks with Additional RCMs	Concequences of Risks with Additional RCMs
1.6	HSE							
1.6.20	a. Gantry rubuh ketidakstabilan Left Cross Beam, (LCB) di pier atau segmen pier. (Sept 2015)	CATASTROPHIC	UNLIKELY	HIGH	Pengoperasian, inspeksi dan perawatan gantry hanya boleh dilakukan dengan kehadiran Gantry Superintendent, Gantry Engineer, dan Supervisor.	CATASTROPHIC	RARE	MEDIUM
	b. Gantry rubuh ketidakstabilan Front Support Leg (FSL) atau Rear Support Leg (RSL) ketika relokasi LCB atau Universal Lower Roller Support (ULRS). (Sept 2015)	CATASTROPHIC	UNLIKELY	HIGH	Tahapan kritis harus diidentifikasi sebagai "Titik Tunggu" dalam check list dan akan diperiksa terlebih dahulu oleh supervisor dan engineer gantry sebelum melanjutkan pekerjaan.	CATASTROPHIC	RARE	MEDIUM
	c. Gantry rubuh ketika aktivitas launching akibat pergeseran Main Truss (MT) dari guide roller. (Sept 2015)	CATASTROPHIC	UNLIKELY	HIGH	Pengoperasian, inspeksi dan perawatan gantry hanya boleh dilakukan dengan kehadiran Gantry Superintendent, Gantry Engineer, dan Supervisor.	CATASTROPHIC	RARE	MEDIUM
	d. Pergerakan longitudinal Main Truss (MT) yang tidak terduga akibat longgarnya pin pengancang antara ULRS dan MT. (Sept 2015)	CATASTROPHIC	UNLIKELY	HIGH	Pengoperasian, inspeksi dan perawatan gantry hanya boleh dilakukan dengan kehadiran Gantry Superintendent, Gantry Engineer, dan Supervisor.	CATASTROPHIC	RARE	MEDIUM
	e. Main truss rubuh akibat kelebihan beban. (Mei 2015)	CATASTROPHIC	UNLIKELY	HIGH	1. Memasang Automatic Safe Load Indicator (ASLI) pada kedua winch UCB untuk mendeteksi kelebihan beban dan Automated Overloading Cut Off Device dengan SWL 60 ton 2. Pengoperasian, inspeksi dan perawatan gantry hanya boleh dilakukan dengan kehadiran Gantry Superintendent, Gantry Engineer, dan Supervisor.	CATASTROPHIC	RARE	MEDIUM
	f. Pergerakan longitudinal MT yang tidak terduga akibat kerusakan peralatan elektronik, remote control, atau sambungan hidrolik. (Sept 2015)	CATASTROPHIC	UNLIKELY	HIGH	Pengoperasian, inspeksi dan perawatan gantry hanya boleh dilakukan dengan kehadiran Gantry Superintendent, Gantry Engineer, dan Supervisor.	CATASTROPHIC	RARE	MEDIUM
	g. Kerusakan peralatan launching seperti, dongkrak hidrolik, katup, selang, sambungan listrik. (Sept 2015)	CATASTROPHIC	UNLIKELY	HIGH	1. Pengoperasian, inspeksi dan perawatan gantry hanya boleh dilakukan dengan kehadiran Gantry Superintendent, Gantry Engineer, dan Supervisor. 2. Menyediakan alat-alat bantu cadangan	CATASTROPHIC	RARE	MEDIUM
	h. Kecelakaan di jalan raya Jl. Fatmawati yang melibatkan kendaraan milik warga akibat pengalihan jalan ketika segment erection. (Nov 2015)	MAJOR	UNLIKELY	MEDIUM	1. Menempatkan rambu pengalihan jalan sepanjang Jl. Fatmawati dalam jarak tertentu yang sudah ditentukan dari jalan teralihkan. 2. Menjalankan sosialisasi dengan MRTJ dengan membuat materi jumpa pers, pamflet, dll.	MAJOR	RARE	MEDIUM

Tabel 5.4 Risk Control Measures (RCMs) dan Residual Risk Analysis (Lanjutan)

Risk ID	Risk Item	Initial Risk Analysis			Risk Control Measures (RCMs)	Residual Risk Analysis		
		Possibility of Risks with ECMs	Consequences of Risks with ECMs	Risks Rating with ECMs	Possible treatments (additional risk control measures RCMs)	Possibility of Risks with Additional RCMs	Consequences of Risks with Additional RCMs	Risks Rating with Additional RCMs
1.6	HSE							
1.6.21	a. Kelebihan beban atau kegagalan peralatan pengangkatan ketika pengangkatan segmen gantry. (Sept 2015)	CATASTROPHIC	POSSIBLE	HIGH	1. Automated Safe Load Indicator terpasang pada kedua winch UCB untuk mendeteksi kelebihan beban dan memutus tenaga ke winch. 2. Inspeksi dan perawatan Automated Safe Load Indicator secara rutin.	CATASTROPHIC	RARE	MEDIUM
	b. Dislokasi batang pengangkat atau sambungan segmen dan batang spreader akibat sambungan yang tidak layak. (Sept 2015)	CATASTROPHIC	POSSIBLE	HIGH	Memasukkan pengecekan ulang lifting bar dan sambungan ke dalam checklist dan titik tunggu.	CATASTROPHIC	RARE	MEDIUM
	c. Kegagalan sambungan batang ketika penyambungan segmen. (Sept 2015)	CATASTROPHIC	POSSIBLE	HIGH	Minimum sling kapasitas 2 ton harus terpasang di batang sambungan.	CATASTROPHIC	RARE	MEDIUM
1.6.22	a. Terhantam strand ketika loading strand ke dalam bripack atau strand dispenser. (Nov 2015)	MODERATE	POSSIBLE	MEDIUM	Area pemasangan kumparan kawat harus dibatasi dengan jelas untuk mencegah akses dan memasang rambu peringatan.	MODERATE	RARE	LOW
	b. Terhantam strand ketika threading strand section di kedua bagian dan threading mesin. (Nov 2015)	CATASTROPHIC	UNLIKELY	HIGH	1. Area pemasangan kumparan kawat harus dibatasi dengan jelas untuk mencegah akses dan memasang rambu peringatan. 2. Personel di ujung harus memiliki sistem komunikasi yang jelas dengan threader.	CATASTROPHIC	RARE	MEDIUM
	c. Pekerja terjepit dongkrak ketika setting dan pemasangan dongkrak. (Nov 2015)	MODERATE	LIKELY	HIGH	Operator pompa dan pemasangan jack harus memiliki jalur komunikasi steril.	MODERATE	RARE	LOW
	d. Pekerja terhantam selang oli hidrolik dari pompa hidrolik. (Nov 2015)	MODERATE	LIKELY	HIGH	Semua selang wajib diperiksa sebelum dipakai untuk keamanan di sambungan.	MODERATE	RARE	LOW
	e. Jari pekerja terjepit dongkrak ketika pekerjaan stressing dengan dongkrak hidrolik. (Nov 2015)	MAJOR	POSSIBLE	HIGH	Mengikuti metode pre-stressing dengan ketat. Hanya personel terlatih dan kompeten yang boleh memakai alat.	MAJOR	RARE	MEDIUM
	f. Pekerja teriris ketika motong strand setelah pekerjaan stressing.	MODERATE	LIKELY	HIGH	Mengamankan kawat dan mengikat dengan baik dengan alat sebelum memotong	MODERATE	RARE	LOW

5.6 Wawancara dan Penilaian Para Pakar

Wawancara pada penelitian ini bertujuan untuk memenuhi data primer yang dibutuhkan yaitu data mengenai risiko sekunder (*secondary risk*), penyesuaian *risk item* pada metode pekerjaan box girder, dan penilaian kejadian risiko beserta presentase dampak biaya dan waktu. Narasumber yang diwawancarai adalah pihak *staff* kontraktor Tokyu-Wika Joint Operation, berikut adalah daftar narasumber yang diwawancarai:

Tabel 5.5 Narasumber TWJO

NO	NAMA PAKAR	JABATAN	PENGALAMAN	PENDIDIKAN
1	Ramley Mercys	HSE	7 tahun	S1
2	Fahari Satel	Civil/Site Engineer	4 tahun	S1
3	Rivael Thamrin	Quality Assurance Engineer	6 tahun	S1
4	Fakhriyah	Risk Engineer	2 tahun	S1



Gambar 5.3 Proses Wawancara Penilaian Kejadian Risiko dan Dampak biaya Waktu

5.7 Hasil Wawancara dan Penilaian

Risk item yang telah didapat sebelumnya akan disesuaikan dengan urutan metode kerja *erection box girder*. Penyesuaian tersebut dilakukan bersama pakar yang biasa turun di *site* proyek seperti *Site Engineer* dan HSE. Setelah penyesuaian data *risk item*, kemunculan apakah ada risiko sekunder selama proses konstruksi akan ditanyakan kepada *Risk Engineer*. *Risk Engineer* juga akan memberikan penilaian berapa kejadian risiko yang terjadi dan presentase dampak biaya dan waktu yang ditimbulkan pada kuisisioner yang telah disediakan. Berikut adalah hasil wawancara dan penilaian kuisisioner tersebut.

Tabel 5.6 Hasil Wawancara dan Penilaian Pakar

Item Pekerjaan	Rincian Pekerjaan	Risk ID	Risk Rating With ECMs	Risk Rating With RCMs	Muncul Risiko Sekunder		Probabilitas (Kejadian Risiko)	Dampak (%)		KETERANGAN
					YA	TIDAK		Biaya	Waktu	
LAUNCHING GANTRY	Pemasangan <i>false segment</i>	1.6.19 c	MEDIUM	MEDIUM		√	1	10%	10%	* Risk ID 1.6.19 b tidak dimasukkan karena kondisi launching gantry dilakukan diatas substruktur / dari span sebelumnya * Risk ID 1.6.19 b tidak dimasukkan karena pemasangan gantry bukan di atas substruktur
	Pemasangan jack yang bersifat sementara	1.6.20 a	HIGH	MEDIUM		√	1	10%	15%	
	Pemasangan front leg diatas <i>false segment</i>	1.6.20 b	HIGH	MEDIUM		√	1	15%	15%	
	Launching main truss	1.6.20 d	HIGH	MEDIUM			1	10%	5%	
		1.6.20 f	HIGH	MEDIUM		√	1	15%	5%	
Pemasangan roller beam 1 dan roller beam 2	1.6.20 c	HIGH	MEDIUM		√	1	15%	25%		
PEMASANGAN SEGMENT DENGAN LAUNCHER	Pemindahan box girder ke area erection	1.6.20 h	MEDIUM	MEDIUM		√	2	10%	5%	
		1.5.14	HIGH	MEDIUM		√	2	35%	45%	
		1.6.19 a	MEDIUM	LOW		√	2	10%	2%	
		1.6.3	HIGH	MEDIUM		√	1	10%	6%	
	Pemasangan <i>hand rail</i> diatas	1.6.16	HIGH	LOW		√	4	5%	3%	
	Pergeseran winch dan memasangkan ke spreader beam dengan pin	1.5.12	HIGH	MEDIUM		√	4	10%	2%	
	Pergeseran spreader beam ke box girder	1.6.2	HIGH	MEDIUM		√	2	10%	6%	
Pemasangan 4 buah stress bar lalu dikencangkan sampai 375 kN	1.6.20 e	HIGH	MEDIUM		√	1	15%	25%		

Tabel 5.6 Hasil Wawancara dan Penilaian Pakar (Lanjutan)

Item Pekerjaan	Rincian Pekerjaan	Risk ID	Risk Rating With ECMs	Risk Rating With RCMs	Muncul Risiko Sekunder		Probabilitas (Kejadian Risiko)	Dampak (%)		KETERANGAN
					YA	TIDAK		Biaya	Waktu	
PEMINDAHAN SEGMENT	Penggangkatan box girder	1.6.19 d	HIGH	MEDIUM		√	1	10%	10%	
		1.6.21 a	HIGH	MEDIUM		√	2	15%	15%	
	Pengaturan posisi box girder	1.6.21 c	HIGH	MEDIUM		√	3	15%	15%	
PEMASANGAN HANGER BAR	Pemasangan dua buah hanger bar D36	1.6.21.b	HIGH	MEDIUM		√	1	15%	15%	
		1.6.21 c	HIGH	MEDIUM		√	3	15%	15%	
		1.6.1	HIGH	MEDIUM		√	3	25%	10%	
PELEPASAN LAUNCHER	Pelepasan winch dari spreader beam dan pengangkatan winch untuk spreader selanjutnya	1.5.12	HIGH	MEDIUM		√	4	10%	2%	
	Trailer pergi dari site	1.5.15	HIGH	MEDIUM		√	5	5%	2%	
EPOXY DAN TEMPORARY STRESSING	Penembakkan posisi oleh surveyor	1.6.21 c	HIGH	MEDIUM		√	3	15%	15%	
	Pemasangan Winch Ke Spreader Beam dan Pelepasan Hanger Bar dari spreader beam					√				
	Pergeseran segmen 2 ke segmen 1					√				
	Pemasangan terpal di bawah segmen yang akan di epoxy	1.6.1	HIGH	MEDIUM		√	3	25%	10%	

Tabel 5.6 Hasil Wawancara dan Penilaian Pakar (Lanjutan)

Item Pekerjaan	Rincian Pekerjaan	Risk ID	Risk Rating With ECMs	Risk Rating With RCMs	Muncul Risiko Sekunder		Probabilitas (Kejadian Risiko)	Dampak (%)		KETERANGAN
					YA	TIDAK		Biaya	Waktu	
EPOXY DAN TEMPORARY STRESSING	Pemasangan stress bar untuk temporary stressing di dalam dan diatas box girder.	Heat Stress, Dust, and oxygen deficient atmosphere	MEDIUM	LOW		√	3	15%	10%	* Tahap pekerjaan epoxy perlu ditambahkan 3 risk item yang berasal dari literatur PT.VSL Indonesia karena data risk item yang diberikan kurang membahas tentang pekerjaan Epoxy
	Epoxy dan merapatkan segmen	Bahaya Kimia : Iritasi kulit	MEDIUM	LOW		√	4	15%	10%	
	Pemasangan coupler dan penguncian stress bar (25Mpa) pada temporary stressing di dalam dan diatas box girder	Coupler tidak terpasang dengan layak	MEDIUM	LOW		√	4	15%	5%	
	Pemasangan hanger bar ke spreader beam dan pelepasan winch	1.6.21.b	HIGH	MEDIUM		√	1	15%	15%	
		1.6.21.c	HIGH	MEDIUM		√	3	15%	15%	
		1.6.1	HIGH	MEDIUM		√	3	25%	10%	
		1.5.12	HIGH	MEDIUM		√	4	10%	2%	
Pembersihan hasil lem	1.6.17	HIGH	MEDIUM		√	5	10%	3%		

Tabel 5.6 Hasil Wawancara dan Penilaian Pakar (Lanjutan)

Item Pekerjaan	Rincian Pekerjaan	Risk ID	Risk Rating With ECMS	Risk Rating With RCMS	Muncul Risiko Sekunder		Probabilitas (Kejadian Risiko)	Dampak (%)		KETERANGAN
					YA	TIDAK		Biaya	Waktu	
PEMASANGAN PIPA HDPE	Persiapan pemasangan pipa HDPE	1.6.17	HIGH	MEDIUM		√	5	10%	3%	
	Pemasangan dan pergeseran 6 pipa HDPE dari segmen 16 ke segmen 1	Heat Stress, Dust, and oxygen deficient atmosphere	MEDIUM	LOW		√	3	15%	10%	* Penambahan risk item dari literatur karena tidak adanya risk item yang diberikan tentang risiko pekerjaan tersebut
PEMASANGAN TENDON	Penyambungan ujung pipa ke lubang tendon	1.6.22 a	MEDIUM	LOW		√	2	10%	10%	
	Pemasangan coil dispenser dan strand pusher					√				
	Memasang peluru pada ujung strand sebelum dimasukkan	1.6.22 b	HIGH	MEDIUM		√	1	10%	15%	
	Memasukkan strand ke pipa HDPE	1.6.5	HIGH	LOW		√	4	10%	5%	
	Membuka peluru dan memasang anchor head					√				
	Memotong strand bar	1.6.22 f	HIGH	LOW		√	3	5%	6%	

Tabel 5.6 Hasil Wawancara dan Penilaian Pakar (Lanjutan)

Item Pekerjaan	Rincian Pekerjaan	Risk ID	Risk Rating With ECMs	Risk Rating With RCMs	Muncul Risiko Sekunder		Probabilitas (Kejadian Risiko)	Dampak (%)		KETERANGAN
					YA	TIDAK		Biaya	Waktu	
STRESSING PERMANENT	Pemasangan <i>anchor block</i> 1	1.6.20 g	HIGH	MEDIUM		√	3	15%	20%	
	Pemasangan <i>wedges</i>									
	Pemasangan <i>chair</i>	1.6.6	HIGH	MEDIUM		√	4	10%	5%	
	Pemasangan <i>anchor block</i>									
	Pemasangan <i>chrome wedges</i>									
	Pemasangan alat <i>hydraulic</i>	1.6.22 c	HIGH	LOW		√	3	10%	5%	
	<i>Stressing</i> lubang 1 dan 2	1.6.22 e	HIGH	LOW		√	4	5%	5%	
	<i>Stressing</i> 3 lubang									
	Menundukkan segmen diatas	1.6.22 d	HIGH	LOW		√	5	5%	5%	
	Pembongkaran <i>temporary</i>									
Pelepasan alat <i>hydraulic jack</i> 980 ton.	1.6.18	HIGH	MEDIUM		√	4	10%	5%		

Keterangan :

	: HSE dan Civil/Site Enginner
	: Risk Engineer dan QA
	: Risk Item Tambahan
	: Risk Paralel
	: Belum Terjadi

Dari hasil wawancara dengan para pakar terdapat risiko-risiko yang memang sudah terjadi di lapangan dan ada risiko yang belum terjadi atau masih sebatas probabilitas, disebut demikian karena memang pada saat progres *elevated* sebesar 58% masih terdapat bentang yang belum terpasang semua jadi kemungkinan risiko terjadi masih ada. Para pakar memberi nilai minimum yaitu "1" kejadian risiko pada risiko yang belum terjadi. Risiko yang belum terjadi pada pekerjaan *box girder* adalah sebagai berikut :

1. Rubuhnya penyangga sementara ketika pemasangan *gantry*.
2. *Gantry* rubuh ketidakstabilan *Left Cross Beam* (LCB) di *pier* atau segmen *pier*.
3. *Gantry* rubuh ketidakstabilan *Front Support Leg* (FSL) atau *Rear Support Leg* (RSL) ketika relokasi LCB atau *Universal Lower Roller Support* (ULRS).
4. *Gantry* rubuh ketika aktivitas *launching* akibat pergeseran *Main Truss* (MT) dari *guide roller*.
5. Pergerakan longitudinal *Main Truss* (MT) yang tidak terduga akibat longgarnya *pin* pengencang antara ULRS dan MT.
6. *Main truss* rubuh akibat kelebihan beban.
7. Pergerakan longitudinal MT yang tidak terduga akibat kerusakan peralatan elektronik, *remote control*, atau sambungan hidrolik.
8. Batang, penyangga, kaki depan dan belakang *gantry* runtuh ketika pengangkatan akibat ketidakstabilan atau pergerakan longitudinal MT yang tidak terduga akibat longgarnya pin antara ULRS.
9. Dislokasi batang pengangkat atau sambungan segmen dan batang *spreader* akibat sambungan yang tidak layak.

10. Terhantam *strand* ketika *threading strand section* di kedua bagian dan *threading mesin*.

Risiko yang terjadi pada item pekerjaan *box girder* setelah dilakukan adanya *Risk Control Measures (RCMs)* tidak ditemukannya adanya risiko baru atau risiko sekunder. Data risk item awal yang didapat yang semula terdapat 33 *risk item* terdapat koreksi 2 *risk item* karena terkait pekerjaan substruktur dan pemasangan *launcher* di level permukaan tanah, serta terdapat tambahan 3 *risk item* jadi total *risk* yang digunakan saat ini sebanyak 34 *item*.

5.8 Pengolahan Data Time Risk

Langkah pengolahan data primer dan sekunder pada Program *Risky Project Professional* untuk *time risk* dapat dilihat sebagai berikut :

- a. Membuat nama pekerjaan utama dan *task name* pada “*Project View*” serta input durasi kerja pada masing-masing *task name*.

	Task Name	Low Dur	Base Dur	High Dur	Risks	Start	Finish	Resource	Prede...
1	PEKERJAAN BOX GIRDER		47.83 hr		0	01/09/18 08:00	01/16/18 16:50		
2	LAUNCHING GANTRY	4 hr	4 hr	4 hr	6	01/09/18 08:00	01/09/18 12:00		
3	ERECTION BOX GIRDER	22.65 hr	22.65 hr	22.65 hr	18	01/09/18 12:00	01/12/18 10:39		2
4	POST TENSION	21.18 hr	21.18 hr	21.18 hr	12	01/12/18 10:39	01/16/18 16:50		3

Gambar 5.4 Langkah Awal Pengolahan Data *Time Risk*

- b. Input *risk register* pada masing-masing *task name* dan memasukkan data kejadian risiko pada “*chance*” dan presentase dampak pada “*outcome*”. Namun, terlebih dahulu perlu dilakukan penyesuaian nilai. Variasi nilai kejadian risiko dan dampak dari data asli perlu disesuaikan dengan penetapan nilai pada program. Kriteria nilai yang ada pada program dan penyesuaian nilai dapat dilihat pada tabel 5.7 dan 5.8 berikut.

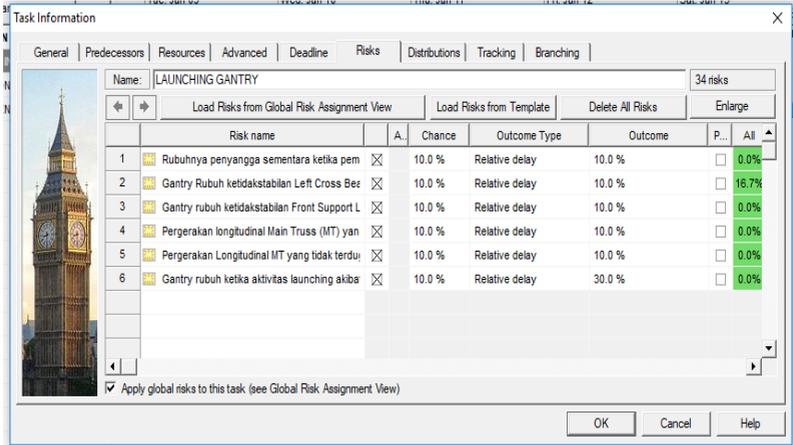
Tabel 5.7 Kriteria Nilai Pada *Risky Project Professional*

Chance		Outcome	
Nilai	Presentase	Nilai	Presentase
0	0%	0	0%
1	10%	1	10%
2	30%	2	30%
3	50%	3	50%
4	70%	4	70%
5	90%	5	90%

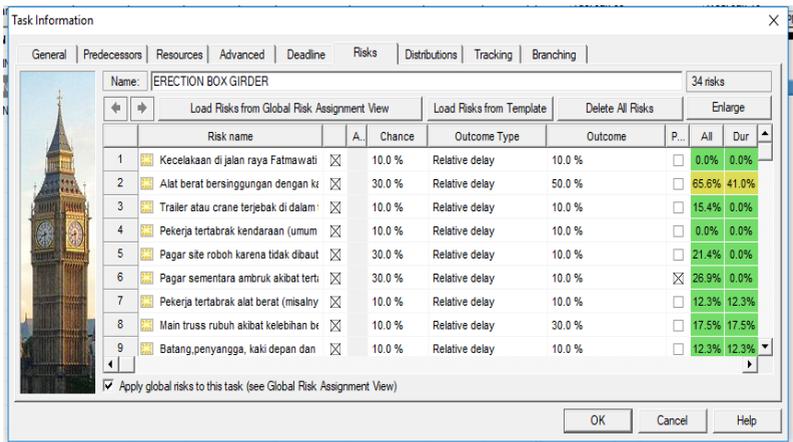
Tabel 5.8 Penyesuaian Nilai Pada Data Asli

Probabilitas (Kejadian Risiko)	Chance		Dampak	Outcome	
	Nilai	Presentase		Nilai	Presentase
0	0	0%	0%	0	0%
1-2	1	10%	1-20%	1	10%
3-4	2	30%	21-35%	2	30%
5-6	3	50%	36-50%	3	50%
7-8	4	70%	50-65%	4	70%
>9	5	90%	>65%	5	90%

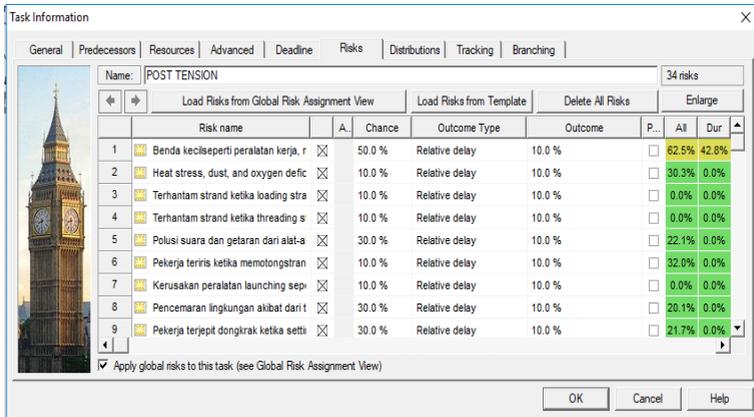
Hasil penyesuaian nilai “*chance*” dan “*outcome*” dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5.5 Input Risk Item dan Nilai “*chance*” dan “*outcome*” Pada Pekerjaan *Launching Gantry*

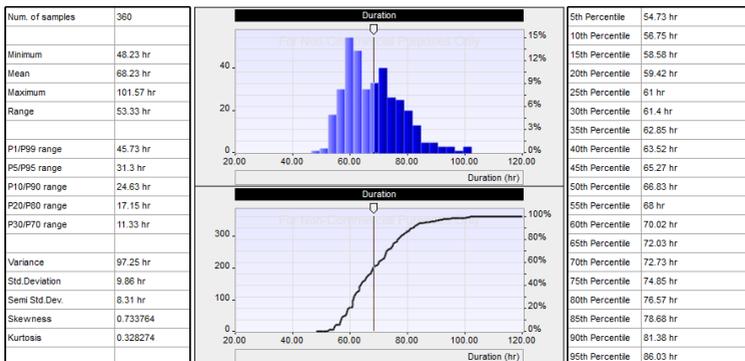


Gambar 5.6 Input Risk Item dan Nilai “*chance*” dan “*outcome*” Pada Pekerjaan *Erection Box Girder*



Gambar 5.6 *Input Risk Item* dan Nilai “*chance*” dan “*outcome*” Pada Pekerjaan *Post Tension*

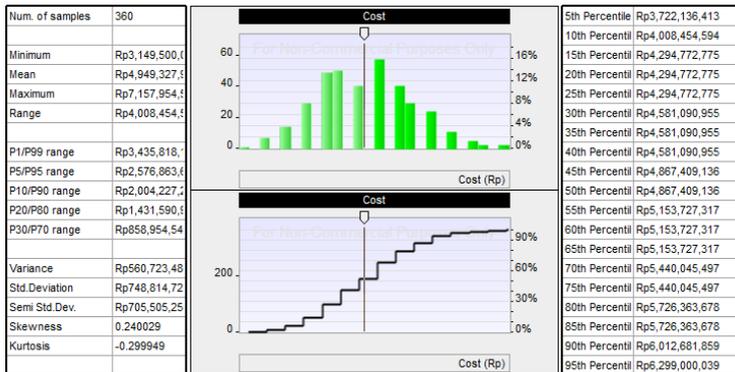
c. *Run* analisis dan cek “*Statistics Report*” pada pekerjaan *box girder*.



Gambar 5.8 Hasil *Time Risk Analysis*

Pada Gambar 5.8 dapat diketahui mean *risk time* sebesar 66.23 jam artinya dari durasi normal pekerjaan *box girder* yang sebesar 47,83 jam jika aspek risik-risiko ditambahkan

maka durasi pekerjaan akan menjadi 66.23 jam. Standar deviasi sebesar 9.86jam dan terdapat *contingency duration* sebesar 8.02 jam dari *range* presentase P75 dan P50.



Gambar 5.9 Hasil *Cost Risk Analysis*

Pada Gambar 5.8 dapat diketahui mean *risk cost* sebesar Rp 4.949.327.999 artinya dari biaya normal pekerjaan *box girder* yang sebesar Rp 2.863.181.871 jika aspek risik-risiko ditambahkan maka durasi pekerjaan akan menjadi Rp 4.949.327.999. Standar deviasi sebesar Rp 748M dan terdapat *contingency cost* sebesar Rp 572 jt dari *range* presentase P75 dan P50

5.9. Summary

Three main project parameters			
		Without risks (Current Schedule)	With risks and uncertainties
1	Total Project Cost	Rp2,863,181,871	Rp4,949,327,949
2	Project Finish Time	01/18/18 16:50	01/19/18 17:00
3	Project Duration	47.83 hr	72 hr

Three most crucial tasks			
	Affect on total project cost	Affect on project duration	
1		Task: ERECTION BOX GIRDER	
2		Task: POST TENSION	
3			

Three most critical risks			
	Affect on total project cost (34 risks total)	Affect on project duration (34 risks total)	Affect on all parameters (34 risks total)
1	Risk: Bekerja di ketinggian	Risk: Benda kecil seperti peralatan kerja, material dll te	Risk: Benda kecil seperti peralatan kerja, material dll te
2	Risk: Jari pekerja terjepit dongkrak ketika pekerjaan st	Risk: Alat berat bersinggungan dengan kabel dan pipi	Risk: Jari pekerja terjepit dongkrak ketika pekerjaan st
3	Risk: Pekerja terhantam selang oli hidrolik dan pompa	Risk: Jari pekerja terjepit dongkrak ketika pekerjaan st	Risk: Bekerja di ketinggian

Gambar 5.10 *Project Dashboard*

Hasil analisis data dengan menggunakan program *Risky Project Professional* menunjukkan pembengkakan biaya normal sebesar 57% dari Rp. 2.86 M Menjadi Rp 4.94 M dan penambahan durasi normal sebesar 66% dari 47.83 jam menjadi 72 jam.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa dan evaluasi yang dilakukan pada temuan dan bahasan pada penelitian ini, dapat disimpulkan beberapa hal berikut :

1. Risk item pada pekerjaan *box girder* yang didapat melalui *document review* dan studi literatur menunjukkan terdapat 33 item risiko awal yang berhubungan dengan pekerjaan *box girder* , namun setelah tahap wawancara dan penilaian kuisioner dilakukan terdapat dua risiko yang terkoreksi dan 3 risiko tambahan. Jadi risiko yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 34 *item* risiko.
2. Pada 34 risk item yang ada, setelah dilakukan wawancara terdapat 10 risiko yang belum terjadi. Risiko tersebut mengenai risiko kegagalan alat *gantry* dan risiko pada saat proses *stressing*. Kejadian risiko terbesar terdapat pada risiko berikut :
 - a) Keluhan dari pengguna jalan dan pipa utilitas umum ketika beroperasi
 - b) Benda kecil peralatan kerja, material, dll terjatuh dari tempat bekerja di ketinggianSedangkan risiko yang mempunyai dampak terbesar adalah sebagai berikut :
 - a) Alat berat bersinggungan dengan kabel dan pipa utilitas umum ketika beroperasi.
 - b) Bekerja di ketinggian

3. Dari analisis data yang dilakukan dapat diketahui kenaikan biaya normal pada pekerjaan *box girder* sebesar 57% dari Rp. 2.86 M menjadi Rp 4.94 M dan penambahan durasi normal sebesar 66% dari 47.83 jam menjadi 72 jam.

6.2 Saran

Risiko waktu dan biaya untuk konstruksi *box girder* pada jalan layang jangan sampai dihiraukan. Risiko dan ketidakpastian proyek akan selalu muncul di setiap saat, maka dari itu penelitian ini juga dapat diterapkan untuk proyek MRT tahap kedua yang akan menghubungkan stasiun Bundaran H.I dan kawasan utara Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Soeharto, I. 2001. *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*. Edisi Kedua. Jakarta : Erlangga.
- Dipohusodo, I. 1996. *Manajemen Proyek dan Konstruksi*. Jilid Dua. Yogyakarta : Kanisius.
- Cooper, D dan Chapman C. 1993. *Risk Analysis for Large Projects Models, Methods and Cases*. New York : John Wiley & Sons.
- Heizer, J., and Render, B. (2001). *Operations Management*. 10th Edition. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.
- Sari, E. 2016. *Analisis Risiko Proyek pada Pekerjaan jembatan Sidamukti-Kadu di Majalengka dengan Metode FMEA dan Decision Tree*. Disertasi Program Studi S2 Teknik Sipil ITS. Surabaya
- Mulcahy, Rita. 2010. *Risk Management*. United States of America : RMC Publications.
- Saputra, A. 2017. *Analisis Produktifitas dan Biaya Pekerjaan Box Girder di CP-102 pada Proyek Konstruksi MRT Jakarta, Jakarta*. Skripsi Program Studi Teknik Sipil UI, Depok.
- Span by Span Erection Work (Comtec LG). *Method Statement Jakarta MRT Construction Management Consultants-Jica Loan*. 2016. Rev B. Jakarta : JMCMC.
- Project Risk Management Handbook and Tools. *Catalogue California Department of Transportation*. State of California, 2007.
- Newton, P. 2015. *Managing Project Risk Project Skills*, <URL:<http://www.free-management-ebooks.com>>.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

PRODUKTIVITAS PEKERJAAN PABRIKASI *BOX GIRDER*
Batching plan

PRECAST SEGMENTAL BOX GIRDER			1.040,00	UNIT
Uraian Pekerjaan	Formula	Kode	Koef.	Satuan
Kapasitas alat		V	2.839,56	m ³
Efisiensi Alat		Fa	0,83	
Waktu Siklus		Ts		
Oiling & Setting			240,00	min
Install bar & Ducting			150,00	min
Cast Concrete			120,00	min
Curing			480,00	min
Dissamble			150,00	min
- Waiting, etc			60,00	min
			1.200,00	jam
Kapasitas Produksi / Jam	$\frac{V \times Fa \times 60}{Ts}$	Q	117,84	m ³ /jam
Koef Alat / m ³	1 / Q		0,0085	jam
Total Volume Box Girder			2.953.142,40	m ³
Durasi / 1 set	$\frac{\text{Total Volume}}{\text{Kapasitas Produksi}}$		25.060,24	jam
			1.044,18	hari

PERALATAN PABRIKASI						
No	Alat Berat	Kapasitas produksi	Satuan	Merek	Unit	Koef. alat
1	Concrete pump	29,88	m ³ /jam	IHI Isuzu, kapasitas 24m ³	4	0,134
2	Vibrator	60	m ³ /jam	Robin	2	0,033
3	Batching plant	124,5	m ³ /jam	Referensi Adhimix Kasablanka	1	0,008

Tenaga Kerja

TENAGA PENGECORAN				
Jam kerja efektif per-hari	Tk	7,00	jam	
Volume Beton dalam 1 segmen	Qt	23,66	M3	
Kebutuhan tenaga :				Asumsi
Mandor	M	1,00	orang	
Pekerja	P	3,00	orang	
Tukang	T	2,00	orang	
Koefisien Tenaga / M3 :				
Mandor	(L01)	0,30	OH	
Pekerja	(L02)	0,89	OH	
Tukang	(L03)	0,59	OH	

TENAGA PEMBESIAN				
Jam kerja efektif per-hari	Tk	7,00	jam	
Volume baja dalam 1 segmen	Qt	509,58	Kg	5.095,77
Kebutuhan tenaga :				
Mandor	M	0,29	1	orang
Kepala Tukang Besi	Kt	0,51	1	orang
Tukang besi	Tb	5,10	6	orang
Pekerja	P	5,10	6	orang
Koefisien Tenaga / Kg :				
Mandor	(L01kg)	0,0040	OH	
Kepala Tukang Besi	(L02bKg)	0,0070	OH	SNI 2008
Tukang Besi	(L03bKg)	0,0700	OH	
Pekerja	(L04Kg)	0,0700	OH	

Tenaga Kerja

TENAGA FORMWORK/BEKESTING				
Jam kerja efektif per-hari	Tk	7,00	jam	
Produksi kerja 1 segmen	Qt	22,370	M2	
Kebutuhan tenaga :				
Mandor	M	0,11	1	orang
Kepala Tukang Kayu	Kt	0,11	1	orang
Tukang kayu	Tk	1,05	2	orang
Pekerja	P	2,11	3	Orang
Koefisien Tenaga / M2 :				
Mandor	(L01kg)	0,0330	OH	SNI 2008
Kepala Tukang Kayu	(L02ckg)	0,0330	OH	
Tukang Kayu	(L03ckg)	0,3300	OH	
Pekerja	(L04kg)	0,6600	OH	

HARGA UPAH PEKERJA

Standar Harga didapatkan Jurnal Harga Satuan Kota DKI Jakarta 2017			
1	Pekerja	OH/8Jam	Rp 130.200
3	Kepala tukang batu	OH/8Jam	Rp 164.052
4	Tukang batu	OH/8Jam	Rp 149.730
5	Kepala tukang kayu	OH/8Jam	Rp 164.052
6	Tukang kayu	OH/8Jam	Rp 149.730
7	Kepala tukang besi	OH/8Jam	Rp 164.052
8	Tukang besi	OH/8Jam	Rp 149.730
9	Operator alat berat	OH/8Jam	Rp 174.468
10	Pembantu operator	OH/8Jam	Rp 149.730
12	Mandor	OH/8Jam	Rp 174.468
13	Instalator	OH/8Jam	Rp 164.052
14	Kepala tukang pipa	OH/8Jam	Rp 149.730
15	Tukang listrik	OH/8Jam	Rp 130.200
16	Tukang ahmunium	OH/8Jam	Rp 132.000

HARGA MATERIAL

No	Uraian	Satuan	Kode	Harga Satuan Dasar (Rp)	Sumber Harga
1	Ready Mix K350	m3	M01	Rp 930.000.000	Jurnal 2017, DKI Jakarta
2	Calbond	kg	M02	Rp 130.000	Jurnal 2017, DKI Jakarta
3	Portland cement	zak	M03	Rp 73.000	Jurnal 2017, DKI Jakarta
4	Portland cement	kg	M04	Rp 1.460	Jurnal 2017, DKI Jakarta
5	Pasir pasang	m3	M05	Rp 214.000	Jurnal 2017, DKI Jakarta
6	Kayu papan bekisting kelas 3 (multipleks)	m3	M06	Rp 256.000	Jurnal 2017, DKI Jakarta
7	Minyak bekisting	ltr	M07	Rp 20.000	Jurnal 2017, DKI Jakarta
8	Balok kayu kelas 2	m3	M08	Rp 3.005.000	Jurnal 2017, DKI Jakarta
9	Plywood fb19 mm	lbr	M09	Rp 188.000	Jurnal 2017, DKI Jakarta
10	Dolken kayu d8-10	btg	M10	Rp 32.000	Jurnal 2017, DKI Jakarta
11	Kayu papan albasia	m3	M11	Rp 3.060.000	Jurnal 2017, DKI Jakarta
12	Kayu kaso 5/7	m3	M12	Rp 1.550.000	Jurnal 2017, DKI Jakarta
13	Stress bar D32	ml	M13	Rp 455.000,00	Wawancara Pakar
14	Stressing stress bar	ml	M14	Rp 290.000,00	http://www.hargabangunan.xyz
15	Epoxy	bh	M15	Rp 80.000,00	http://www.hargabangunan.xyz
16	PC strand dia 0.6" grade 270 - ASTM A-416	kg	M16	Rp 12.700,00	Wawancara Pakar
17	Stressing 5≤strand≤20 atau 1≤strand≤19	titik	M17	Rp 284.000,00	Wawancara Pakar
18	Angkur hidup 19-0.6"	bh	M18	Rp 4.607.000,00	Wawancara Pakar
19	Pipa HDPE/Duct/sheat dia 100/105 mm atau dia	ml	M19	Rp 74.000,00	Wawancara Pakar

BILL OF QUANTITY PABRIKASI BOX GIRDER

PEMBANGUNAN MRT ELEVATED SECTION CP 102

URAIAN HARGA SATUAN PEKERJAAN

JENIS PEKERJAAN : Pabrikasi Box Girder

SATUAN / UNIT : 1 Unit

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
I	<u>BAHAN/MATERIAL</u>				
1	Beton Readymix	M3	23,66	Rp 1.306.130,51	Rp 30.906.966,29
2	Besi Beton D8 mm	Kg	2,12	Rp 109.368,47	Rp 231.314,32
3	Besi Beton D10 mm	Kg	38,18	Rp 109.368,47	Rp 4.175.141,38
4	Besi Beton D13 mm	Kg	105,23	Rp 114.583,09	Rp 12.057.463,56
5	Besi Beton D16 mm	Kg	140,09	Rp 114.583,09	Rp 16.052.173,68
6	Besi Beton D19 mm	Kg	17,88	Rp 129.519,34	Rp 2.315.417,17
7	Besi Beton D22 mm	Kg	51,95	Rp 129.519,34	Rp 6.728.011,43
8	Besi Beton D25 mm	Kg	18,51	Rp 130.168,24	Rp 2.409.674,38
9	Besi Beton D29 mm	Kg	100,21	Rp 130.170,34	Rp 13.043.978,86
10	Besi Beton D32 mm	Kg	30,97	Rp 130.170,34	Rp 4.031.765,82
SUB JUMLAH I					Rp 91.951.906,89
II	<u>PERALATAN</u>				
1.	Bekeisting	m2	22,37	Rp 470.259,50	Rp 10.519.705,02
2.	Peralatan bantu dan fasilitas :				
	- Service Crane	La	1,00	Rp 256.159,66	Rp 256.159,66
	- Trailer	La	1,00	Rp 49.373,43	Rp 49.373,43
SUB JUMLAH II					Rp 10.825.238,10
SUB JUMLAH (I+II)					Rp 102.777.144,99

PRODUKTIVITAS ALAT LAUNCHER GANTRY

ANALISA ALAT LAUNCHER GANTRY

ERECTION BOX GIRDER			16,00	UNIT
Uraian Pekerjaan	Formula	Kode	Koef.	Satuan
Kapasitas Alat		V	650,00	TON
Efisiensi Alat		Fa	0,75	
Waktu Siklus		Ts		
- Pemasangan Gantry dengan Segment			37,58	min
- Pemindahan Segment			9,56	min
- Penyambungan hanger bar Segment			4,32	min
- Pelepasan Gantry dengan Segment			2,12	min
- Waiting, etc			5,00	min
			58,58	min
Kapasitas Angkut / Jam	$\frac{V \times Fa \times 60}{Ts}$	Q	499,32	TON/jam
Koef. Alat / Ton	1 / Q		0,163	jam/Ton
Total Kapasitas Erection			10.400,00	TON
Durasi / 1 set	Total Volume Kapasitas Produksi		20,83	jam
			2,60	hari
Produktivitas			6,15	Segmen / Hari

PRODUKTIVITAS ALAT *Hydraulic jack*

Uraian Pekerjaan	Formula	Kode	Koef.	Satuan
Kapasitas		V	4,00	titik
Efisiensi Alat		Fa	0,83	
Waktu Siklus		Ts		
penguatan kunci pada stress bar dengan alat jack bar (25Mpa) terdapat 4 buah			7,00	min
Total Ts			7,00	min
Kapasitas produksi / Jam	$\frac{V \times Fa \times 60}{Ts}$	Q1	28,46	titik/jam
Koef Alat / jam	1 / Q		0,0351	jam

PRODUKTIVITAS PEKERJAAN ALAT *POST TENSIONING*

PEMASANGAN Strand ke pipa HDPE/Duct				
I.	ASUMSI			
1	Kabel Prategang sudah berada di lokasi			
2	Lokasi pekerjaan : di setiap jembatan			
3	Jam kerja efektif per-hari	Tk	7,000	jam
II.	URUTAN KERJA			
1	Pemasangan Baja Prategang ke dalam tendon			
2	Pemasangan anchore			
II	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN TENAGA			
	Jam kerja efektif pemasangan prategang per tendon		11,030	jam
1.	BAHAN			
	Anchore		3,000	buah
	Duct		6,000	buah
	PC Strand		18,620	kg
	Kapasitas anchore per tendon			
	1 span		6,000	tendon
	1 tendon		37,000	strand
	dibutuhkan 2 anchore per tendon		0,0045	buah
	kapasitas 1 anchore		0,009	buah
	Kapasitas duct		6,667	meter /tendon
	Koefisien duct / tendon = 1 : Q2		0,150	meter
STRESSING				
I	URUTAN KERJA			
1	Pemasangan alat			
2	Stressing			
II	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN TENAGA			
1.	BAHAN			
	tidak ada			
2.	ALAT			
	Hydraulic Jack Stres dan Hydraulic Pump		2,000	buah
	Generator Set		1,000	buah
	Jam Kerja efektif pekerjaan Stressing	Tk	11,030	jam
2	ALAT			
2.a	Hydraulic Jack Stres dan Hydraulic Pump (PEKERJAAN STRESSING)			
	Voluma		6,000	tendon
	tendon		37,000	strand
	Kapasitas per titik		0,0045	buah
	Kapasitas per tendon		0,009	buah
3.	TENAGA PRESTRESS			
	Hydraulic Jack Stres dan Hydraulic Pump (PEKERJAAN STRESSING)	(E08)		
	Kapasitas per titik	V	37,000	buah
	Faktor efisiensi alat	Fa	0,720	
	Waktu siklus :	Ts1		
	Menyiapkan kabel dan peralatan stressing	T1	10,000	menit
	Melakukan Stressing (Pesarikan)	T2	44,000	menit
		Ts2	54,000	menit
	Kapasitas Produksi / Jam =	$\frac{V \times Fa \times 60}{Ts1}$	Q1	29,600
	Koefisien Alat / bh = 1 : Q1		0,034	Jam

PRODUKTIVITAS PEKERJAAN ALAT *POST TENSIONING*

GROUTING				
I	URUTAN KERJA			
1	Pekerjaan persiapan			
2	Pekerjaan Grouting			
II	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN TENAGA			
	Waktu efektif pelaksanaan pekerjaan grouting per span		40,000	menit
1.	BAHAN		0,667	jam
	Semen	1	1,000	zak
	Additive	1	1,000	ls
2	ALAT			
	Concrete Pump			
	Kapasitas bak sekali muat	V	1,000	tendon
	Faktor efisiensi alat	Fa	0,860	
	Waktu siklus :	Ts1		
	Pekerjaan persiapan	T1	15,000	menit
	Pekerjaan Grouting	T2	30,000	menit
		Ts1	45,000	menit
	Kapasitas Produksi / Jam =	$\frac{V \times Fa \times 60}{Ts1}$	Q1	1,147
				Eh/Jam
	Koefisien Alat / bh	= 1 · Q1	0,872	Jam

Project Name: Jakarta MRT CP101 -102

Process / Task / Activity Title: MRT Construction **Date :** XX-XX-XXXX

TASK RESOURCES

Personnel Involved	Plant or Equipment Used	Materials Used
VSL Worker	Lifting Gantry	Segment
	Hydraulic Jack	Strand
	Hydraulic Pump	Wedge, Anchor Head, Casting, Duct
	Grout Mixer and Pump	Cement, Water, Admixture
	PPE	Stress Bar
	Supporting Tools	

IDENTIFY APPLICABLE HAZARDS
Please modify if it's necessary. (cross check)

Identify Hazards	Identify Hazards	Identify Hazards
<input checked="" type="checkbox"/> Underground/Overhead Services	<input checked="" type="checkbox"/> Cutting and grinding	<input checked="" type="checkbox"/> Operator competencies
<input checked="" type="checkbox"/> Manual handling	<input checked="" type="checkbox"/> Power supplies or EPT	<input checked="" type="checkbox"/> House keeping
<input checked="" type="checkbox"/> Ergonomic and psychological	<input checked="" type="checkbox"/> Falls from height	<input checked="" type="checkbox"/> Working platform
<input checked="" type="checkbox"/> Scaffolding	<input checked="" type="checkbox"/> PPE	<input checked="" type="checkbox"/> Lifting equipment
<input checked="" type="checkbox"/> Concrete pumping or grouting	<input checked="" type="checkbox"/> MSDS or dangerous chemical	<input checked="" type="checkbox"/> Barricading
<input type="checkbox"/> Crane or fully extended outriggers	<input type="checkbox"/> Oil or fuel spill	<input checked="" type="checkbox"/> Noise, dust and vibration
<input type="checkbox"/> Flora and fauna	<input type="checkbox"/> Hot works	<input checked="" type="checkbox"/> Environmental

Applicable Legislation, Standards and Code of Practices:

(AS or NZS 4360: 1999) and Indonesia Regulation of Undang – Undang Republik Indonesia No. 1 Tahun 1970.

General Requirements: Signed onto Site Induction

Prepared by:	Reviewed by:	Approved by:
Name: Gun Kuntara Adhiarta	Name: Ray Armand Janis	Name: Marendra Yudhistira
Role: QHSE Assistant	Role: QHSE Manager	Role: Project Manager
Date:	Date:	Date:
Signature:	Signature:	Signature:



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
1	GENERAL										
1.a	Lighting	Inadequate lighting while working at nights so workers could trip or fall from height in dark conditions.	4	3	12	Provide sufficient lighting in working area.	If necessary, use a light at the helm.	1	2	2	All workers
1.b	Electrical equipment	Electrical who are not eligible, either cable condition, type of electrical socket, the electrical panel that may cause hazard to workers and may lead to fire and explosion.	4	4	16	Electrical material and installation method must either meet the technical requirements. Only the appointed person as the electrical technician doing this job.	Use outdoor electrical socket, high quality cable and panel.	1	2	2	All workers
1.c	Weather condition	Work in adverse weather conditions, or going down the rain can lead to slips or falls from heights, lightning hazard and can result in workers suffering from flu or fever	4	3	12	Avoid of working in a bad weather. If storm happened, workers are prohibited to work.	If it's necessary and very urgent work that must be done in that day, workers should use rain coat, boot shoes to avoid slippery. Attach the lightning rod in a high Building.	1	2	2	All workers and staff
1.d	Transfer material and equipment using lifting equipment	Objects or object is lifted and fell regardless of rope or sling lifter.	3	3	9	Workers shall inspect slings or lifting devices in a lifting point in good condition and safe. Notice for the lifting point when tied or attach to the object.	The supervisor or foreman using a whistle to give a warning if there are people passing under the area of displacement.	1	2	2	All workers and staff

No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
						All of lifting activity should be in under supervision by supervisor or foreman.					
1.e	Untidy and mess working area	Germ and bacteria threat.	3	3	9	Coordination with main contractor to carry out spraying disinfectant on the dirty area.	Provide a proper trash bin and adequate toilet in site area.	1	2	2	All workers and staff
		Mosquitoes attack.	3	3	9	Perform work area clean-up activities during the first times a week.	Provide a bug spray or mosquitoes repellent. If necessary, do fogging regularly to suppress the mosquito breeding.	1	2	2	
1.f	Working at Height (± 2 m high)	Fall of person and fall of material because of improper working access or unsafe working platform or bad behaviour while working at height that may cause a fatality accident or major disaster.	5	3	15	Visible method to identify platform, e.g. flag or tag etc. is "safe for use" shall be in place.	Install and anchor horizontal wire rope with Bulldog clip – Life line.	1	2	2	All workers and staff
						Conduct tool box meeting daily and always reminding about the good behaviour when working at height.	Install and anchor vertical retraceable life line. All gaps in working platforms to be closed off or covered.				



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
						<p>Top handrail of 1.10 m and intermediate handrails of 0.50 m high are to be installed around the perimeter of all walkways and working platforms. 200 mm toe boards are to be installed around the perimeters of all walkways and working platforms.</p> <p>Good housekeeping practices will be employed at all times. Remove material that may cause worker to trip.</p>	<p>Full body harness with double lanyard and absorber are to be worn, in conjunction with either taglines independent life lines with fall arrest system or a fixed anchor point. These measures are to be implemented at all times in areas where suitable edge protection cannot be provided.</p>				
1.g	Ergonomics conditions due to working conditions	Bent position while working with repeating activity.	3	3	9	Rotation of workers to the type of work he does.		1	2	2	All workers and staff
		Lifting for overweight material.	3	3	9	Give a limitation for the material to be lifted up.	Using tools such as lorries, chain blocks and slings when making the appointment or removal of material.	1	2	2	All workers and staff
		Limitation workspace.	3	3	9	Utilizing field conveyance facility.	Using PPE like Safety Belt, Safety Harness and Safety Helmet at work.	1	2	2	All workers and staff
1.h	Psychological impact on working	Project working hour more than normal	3	3	9	Perform job rotation of workers	If necessary, giving supplements or vitamins to	1	2	2	All workers and staff



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
	area	working hour that leading to stress and exhausted.				Provide opportunities of entertainment and sports facility at the end of the working week.	workers at least twice in a week.				
2.	CRANE OPERATION										
2.a	Crane Movement	Crane stuck in soft ground causing disturbance on traffic or public and loss time	4	2	8	Check conditions of access and temporary platform. Documentation checks (valid Project Manager Approval, Crane Operator Competency /SIO and Lifting Gear Certificate /SIA). Pre inspect and do not allow defective machine to operate Permit to move or operate Conduct tool box briefing on daily or weekly basis-inclusive of all activities identified.	Required PPE all personal. Fire extinguisher, beacon light horn, reverse signal.	1	2	2	Supervisor, foreman or crane crew
		Insufficient clearance of crane from proximity hazards that can cause serious injuries to person, serious damage to crane, serious damage to property, injury or	5	2	10	Positioning of the crane to be in compliance of the lift plan. Persons not involved with the lifting operations will not be permitted to enter the lifting operation area.		1	2	2	Gantry engineer, supervisor, foreman, or crane crew



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
		damage-public, fatality accident, and loss time.				Tie rope to the load to control load swing.					
2.b	Crane setup	Crane may partially sinking and topple due to soft ground that can cause serious injuries to person, serious damage to crane, serious damage to property, fatality accident, injury or damage-public and loss time.	5	2	10	<p>Thorough study of ground conditions and adjacent services prior to mobilisation.</p> <p>Engineering study to identify the required crane to be employed.</p> <p>Crane shall be equipped with valid Project Manager Approval and operator must have valid certificate.</p> <p>Crane parking positions and lifting radius shall be accordance to kinematics and lift plan.</p> <p>The operation, inspection and maintenance of gantry CAN ONLY BE CARRIED OUT with the present SUPERVISOR AND GANTRY ENGINEER.</p> <p>Brief and consult the lift plan together with the site and crane crew.</p>		1	2	2	Gantry engineer, supervisor, foreman, or crane crew



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
						Use inspected and certified lifting gear and correct lifting capacity.					
2.c	Lifting of load	Falling of load and failure lifting gear that can cause serious injuries to person, loss time, fatality accident and injury or damage-public.	5	2	10	Only authorised person is allowed to give signal. Only competent operator is allowed to operate the crane. Use certified lifting gear. Load must within the Save Working Load (SWL) of lifting gear. Examine all slings, chains, shackles etc. before use; reject any that are found to be defective. Choose the correct type of lifting gear for the load that is to be lifted. Tool box talk prior to operation. Tie rope to the load to control load swing-tag line system.	Ensure that walkie-talkies are functional.	1	2	2	Gantry engineer, supervisor, foreman, or crane crew



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
						<p>The operation, inspection and maintenance of gantry CAN ONLY BE CARRIED OUT with the present of SUPERVISOR AND GANTRY ENGINEER.</p> <p>Clear all personnel from lift zone.</p> <p>Use inspected and certified lifting gear and correct lifting capacity.</p> <p>Coordinate with main contractor to notify other contractors working in the area.</p>					
3.	FORKLIFT OPERATION										
3.a	General movement activities	Striking, crushing persons, vehicles, objects that can cause serious injury to person, serious damage to forklift and damage to materials.	4	3	12	<p>Pre-inspect and do not allow defective machine to operate. At all times, forklift shall be operated at lowest practicable speed, and at maximum speed limit of 8 km/h.</p> <p>All personnel shall follow rule that no one approach within 3 m of forklift, not attempt to pass in front, behind or to side of forklift</p>	Forklift shall be lifted with flashing beacon, front spotlights, mirrors, rear break and reverse light and audible reverse alarm to help alert persons to forklift presence and aid safe operation.	1	2	2	Competent forklift operator



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
						<p>without having first gained full attention of the operator and having received clear instruction from operator.</p> <p>Operator shall always give right of way to pedestrians and cease all operations at any time when unplanned persons or vehicles approach within 3m radius if his operations. Operator shall not move forklift until all persons are clear</p> <p>Operations on public road not permitted, unless approved by the main contractor.</p> <p>No one shall stand, walk, or work under or around forklift operations.</p> <p>Operator shall make sure that desired direction of travel is clear and operator shall ensure forks are kept at lowest safe practical height above surface when travelling.</p>	Operator shall use fixed convex mirrors to identify persons at corners or blind spots.				



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
						Operator shall use horn, sounding 3 times, every time before rounding corners, entering or exiting covered areas store. Only authorised competent person to operate the forklift. Operator to use safe access way when operating the forklift.					
3.b	Temporary halt of use or parking	Striking or crushing persons or vehicles or objects causing serious injury to person, serious damage to forklift and damage to materials	4	2	8	Forklift shall be parked on even surfaces, forks lowered to ground, parking brake applied and have keys removed. Instances where operator is required to leave forklift temporarily. Forklift shall have parking brake applied and engine switched off. Only authorised competent person to operate the forklift Operator to use safe access way when operating the forklift		1	2	2	Competent forklift operator
4	GANTRY ASSEMBLY										



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
4.a	Crane and trailer movement	Trailer or crane stuck in soft ground causing disturbance to traffic or public and loss time	2	3	6	Communication with driver or operator. Check condition of access and temporary platform. Documentation checks valid (Project Manager Approval, Crane Operator Competency /SIO and Lifting Gear Certificate /SIA. Permit to move or operate. Conduct toolbox briefing on daily or weekly basis-inclusive of all activities identified. Approved Traffic Management Plan.	Fire extinguisher, beacon light horn, reverse signal. Required PPE all personnel inclusive for all activities	1	2	2	Supervisor, foreman, or crane crew
	Crane Operation: Refer to Crane Operation HIRADC										
4.b	Gantry assembly-on ground	Falls of members during assembly and slip trip and fall on the same level that can cause minor injuries to person, serious damage to property and loss time.	2	3	6	Members shall be rigidly secured by strut before it is released from crane. All work crew shall be briefed prior to commencement. Sequence of assembly shall be accordance to checklist.	All work crew must be equipped with PPE.	1	2	2	Gantry engineer, supervisor, foreman, or crane crew.



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
						Housekeeping – clear small or loose tools and materials from the work area. Arrange the cleared small or loose tools and materials at a suitable location not obstructing walkways.					
4.c	Erection of temporary supports	Collapsed of temporary supports causing serious injuries to person, serious damage to property, injury or damage-public. Fatality accident and loss time.	5	2	10	Ensure that Temporary Support is certified before use. Sequence of erection shall be accordance to checklist. All work crew shall be briefed prior to commencement. Clear all personnel from lift zone. Coordinate with main contractor to notify other contractors working in the area. Brief and consult the lift plan together with the site and crane crew. Use inspected and certified lifting gear and correct lifting capacity.	All work crew must be equipped with PPE.	1	2	2	Gantry engineer, gantry superintendent, supervisor, or crane crew.



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
4.d	Gantry Assembly-on Pier	<p>Collapsed of Left Cross Beam (LCB) and UNIVERSAL LOWER ROLLER SUPPORT (ULRS) during lifting; collapse of main truss during lifting; collapsed of Front Support Leg (FSL) or Rear Support Leg (RSL) during lifting; collapsed of Upper Cross Beam (UCB) during lifting; collapsed of gantry due to instability; unintended longitudinal movement of Main Truss (MT) due to Loosening or missing of fixity pins between UNIVERSAL LOWER ROLLER SUPPORT (ULRS) and Main Truss (MT); that can causing :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Serious injuries to person, - Serious damage to gantry, - Serious damage to 	5	2	10	<p>Gantry assembly checklist SHALL BE STRICKLY ADHERED TO during assembly.</p> <p>All work crew shall be briefed prior to commencement.</p> <p>Trying position shall be identified and indicate in checklist.</p> <p>Critical step shall be identified as “hold point” in checklist and shall be verified by both gantry supervisor and gantry engineer before proceeding to next step.</p> <p>The operation, inspection and maintenance of gantry CAN ONLY BE CARRIED OUT with the present of GANTRY SUPERINTENDANT, GANTRY ENGINEER AND SUPERVISOR.</p> <p>Clear all personnel from lift zone.</p>	All work crew must be equipped with PPE.	1	2	2	Gantry engineer, gantry superintendent, supervisor, or crane crew.

No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
		property, injury or damage public, - Fatality accident and loss time.				Coordinate with main contractor to notify other contractors working in the area. Brief and consult the lift plan together with the site and crane crew.					
5	GANTRY LAUNCHING										
5.a	Launching gantry activity	Collapsed of gantry due to instability of Left Cross Beam (LCB) on pier or pier segment causing serious injuries to person, serious damage to gantry, serious damage to property, injury, or damage public. Fatality accident and loss time.	5	2	10	The installation and stressing of the tie down stress bars shall be recorded, witnessed and verified by gantry engineer. The operation, inspection and maintenance of gantry CAN ONLY BE CARRIED OUT with the present of GANTRY SUPERINTENDANT, GANTRY ENGINEER AND SUPERVISOR.		1	2	2	Gantry engineer, gantry superintendent, or supervisor.
		Collapsed of gantry due to instability or collapsed of Front Support Leg (FSL) or Rear Support Leg (RSL) during relocation of Left Cross Beam (LCB) or	5	2	10	Launching kinematic checklist SHALL BE STRICTLY ADHERED during Launching to ensure no overloading of Front Support Leg (FSL) or Rear Support Leg (RSL).	Reduce	1	2	2	Gantry engineer, gantry superintendent, or supervisor.



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
		UNIVERSAL LOWER ROLLER SUPPORT (ULRS) causing serious injuries to person, serious damage to gantry, serious damage to property, injury, or damage public. Fatality accident and loss time.				Critical step shall be identified as “hold point” in checklist and shall be verified by both gantry supervisor and gantry engineer before proceeding to next step.					
		Collapsed of gantry due to displacement of Main Truss (MT) from guide rollers causing serious injuries to person, serious damage to gantry, serious damage to property, injury or damage public. Fatality accident and loss time.	5	2	10	Perform regular inspection and maintenance on UNIVERSAL LOWER ROLLER SUPPORT (ULRS) and its connections. Anti-uplift bracket installed on Left Cross Beam (LCB) to prevent disengagement. The operation, inspection and maintenance of gantry CAN ONLY BE CARRIED OUT with the present of GANTRY SUPERINTENDANT, GANTRY ENGINEER AND SUPERVISOR.	Reduce	1	2	2	Gantry engineer, gantry superintendent, or supervisor.
		Unintended longitudinal movement of Main Truss (MT) due to Loosening or missing of fixity pins between UNIVERSAL	5	2	10	Launching kinematic checklist SHALL BE STRICTLY ADHERED during launching with hold point before proceeding to next step.	Reduce	1	2	2	Gantry engineer, gantry superintendent, or



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
		LOWER ROLLER SUPPORT (ULRS) and Main Truss (MT) causing serious injuries to person, serious damage to gantry, serious damage to property, injury or damage public. Fatality accident and loss time.				Carry out routine inspection and maintenance to gantry as stated in gantry operation manual The operation, inspection and maintenance of gantry CAN ONLY BE CARRIED OUT with the present of GANTRY SUPERINTENDANT, GANTRY ENGINEER AND SUPERVISOR.					supervisor
		Collapsed of Main Truss (MT) due to overloading causing serious injuries to person, serious damage to gantry, serious damage to property, injury or damage public. Fatality accident and loss time.	5	2	10	Check weight of segment to be lifted and compared with data in the check list. Automatic Safe Load Indicator (ASLI) lifted to both Upper Cross Beam (UCB) winches to defect overloading. The operation, inspection and maintenance of gantry CAN ONLY BE CARRIED OUT with the present of GANTRY SUPERINTENDANT, GANTRY ENGINEER AND SUPERVISOR.	Automated overloading cut off devices installed. In example, Save Working Load (SWL) = 60 ton.	1	2	2	Gantry engineer, gantry superintendent, or supervisor.

No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
		Unintended longitudinal movement of Main Truss (MT) due to malfunction of electrical device or remove control or hydraulic connections causing serious injuries to person, serious damage to gantry, serious damage to property, injury or damage public. Fatality accident and loss time.	5	2	10	Turn off power supply on electrical control box during emergency. Carry out routine inspection and maintenance on gantry as per gantry operation manual. The operation, inspection and maintenance of gantry CAN ONLY BE CARRIED OUT with the present of GANTRY SUPERINTENDANT, GANTRY ENGINEER AND SUPERVISOR.	Ensure physical stoppers are installed on Main Truss (MT).	1	2	2	Gantry engineer, gantry superintendent, or supervisor.
		Failure of launching equipment (i.e. hydraulic jacks, pumps, valves, hoses, electrical connections, etc.) causing might injure person, might damage to gantry, injury or damage public and loss time.	2	3	6	Carry out routine inspection and maintenance on gantry as per gantry operation manual. The operation, inspection and maintenance of gantry CAN ONLY BE CARRIED OUT with the present of GANTRY SUPERINTENDANT, GANTRY ENGINEER AND SUPERVISOR.					
6	SEGMENT ERECTION										
6.a	Segment delivery	Trailers stuck in soft ground and enter wrong	1	2	2	Communication with drivers.	Required PPE-all personnel inclusive for all activities.	1	2	2	Supervisor or foreman.



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
		location causing disturbance to traffic and loss time.				Check condition of access and temporary platform. Conduct toolbox briefing on daily or weekly basis-inclusive of all activities identified. Approved traffic management plan.					
	Segment lifting	Lifting of load causing serious injuries to person, fatality accident and loss time.	4	3	12	Only competent person is allowed to give signal. Only authorized operators are allowed to operate lifting devise. Toolbox talks prior to operation. Tie rope to the load control load swing. Clear all personnel from lift zone. Use inspected and certified lifting gear and correct lifting capacity. Coordinate with main contractor to notify other contractors working in the area.	Ensure that walkie-talkies are functional.	1	2	2	Gantry engineer, supervisor or main contractor.
		Overloading or failure of lifting appliances causing	5	2	10	Lifting appliance must have valid certificate before use.		1	2	2	Gantry engineer,



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
		serious injuries to person, fatality accident and loss time.				Lifting appliance must only be operated by authorised operators. Checklist must be completed and verified before lifting. Automatic Safe Load Indicator (ASLI) fitted to both Upper Cross Beam (UCB) winches to defect overloading and cut off power to the winch. Routine inspection, maintenance, testing of the Automatic Safe Load Indicator (ASLI) to defect overloading and cut off power to the winch. Clear all personnel from lift zone. Use inspected and certified lifting gear and correct lifting capacity. Coordinate with main contractor to notify other contractors working in the area.				supervisor or main contractor.	



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
		Dislocation of lifting bar or connection between segment and spreader beam due to improper connection causing the segment fall, serious injuries to person, serious damage to property, disturbance to traffic or public, fatality accident and loss time.	5	2	10	To design lifting bar and connection to hired safety factor.		1	2	2	Gantry engineer or supervisor.
		Incorporate this item as hold point in the checklist.									
		Falling of connection beam during installation on the segment that can cause serious injuries to person, fatality accident and loss time.	5	2	10	Controlled work activity included in the segment erection checklist.		1	2	2	Gantry engineer or supervisor.
		Minimum two (2) ton slings required to be installed on the connection beam.									
6.b	Joining of segment	Falling objects-chipping of concrete and epoxy glue causing loss time, serious injuries to person and disturbance to traffic or public.	4	3	12	Clear all personnel from lift zone.	Catch-net must be installed and inspected at each use.	1	2	2	Gantry engineer or supervisor.
						Temp diverts traffic-if required.					



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
		Stress bar's coupler not properly joined causing loss time and minor injuries to person.	3	3	9	Marking at all bars to ensure coupler engaged evenly at both ends.	Buy only a good & new material for stress bar or for the coupler	1	2	2	Gantry engineer or supervisor.
		Manual handling sprains causing body pains.	2	3	6	Bar to be handled by 1-2 persons. Train workers on correct manual handling method.		1	2	2	Supervisor or foreman.
		Chemical hazard; use of epoxy glue causing irritation to skin.	4	2	8	Double check epoxy team before they start operation for compliance.	Workers must require PPE- rubber gloves, goggles, dust mask-in addition to other mandatory PPE.	1	2	2	Supervisor or foreman.
		Restricted movement-slip and trip causing minor injuries to person and loss time.	4	2	8	Arrange materials such that it does not obstruct walkway. Do housekeeping before the end of shift.	Tool box to place small tools.	1	2	2	Supervisor or foreman.
6.c	Working inside segment	Heat stress causing loss time and minor injuries to person.	2	3	6	Rotate workers on regular basis.	Provide exhaust fan improve ventilation. Provide sufficient drinking water.	1	2	2	Supervisor or foreman.
		Exposure to dust causing irritating to body respiratory and nervous system.	2	3	6	Rotate workers on regular basis.	Provide exhaust fan improve ventilation.	1	2	2	Supervisor or foreman.
		Oxygen deficient atmosphere causing breathing difficulty.	2	3	6	Rotate workers on regular basis.	Provide exhaust fan improve ventilation.	1	2	2	Supervisor or foreman.

No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
		Poor or inadequate lighting causing visual acuity and minor injuries to person.	1	3	3	Provide sufficient lighting inside the segment.		1	2	2	Supervisor or foreman
7	SPAN LOAD TRANSFER AND SPAN ALIGNMENT										
7.a	Lifting of material using wire rope (span jack, sledge, shim plates).	Falling object, trip and fall, over reaching, manual handling, and fall from height that can cause minor injury like back pain to serious injuries for worker.	4	3	12	Ensure external scaffold is erected up to working floor, the minimum requirement: - Buddy system apply in this job; - Working platform must be fully provided with guard rails; - Access ways always be kept clean and clear off; - Platform and walkway to be cleared of mats. Or equipment which could trigger fall hazard; - Life lines to be installed at the perimeters of all edges; - All access equipment suitable for purpose checked before use and	Full body harness must be worn while working at height of 2 m and above.	1	2	2	Engineer, supervisor, foreman or main contractor.
	Checking distance the plinth and installation of sledges.		4	3	12			1	2	2	
	Install board on top pier for uneven surface.		3	4	12			1	2	2	Engineer, supervisor, foreman or main contractor.
	Install span jack with sledges		4	2	8			1	2	2	
7.d	Install shim plate according to height required		2	3	6			1	2	2	
7.e	Surveying the current position of span	Fall from height and trip and fall causing serious injuries to person.	3	3	9	1	2	2	Engineer, supervisor, foreman or		



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
7.f	Span load transfer on span jack with sledge or static jack at four corners.	Failure of lifting gear, falling object, fall from height and failure of equipment (i.e. jacks) that can cause minor injury, back pain, serious injuries to person.	4	2	8	maintain in good condition.		1	2	2	main contractor.
7.g	Span alignment by using span jack with sledge.	Falling object, trip and fall, over reaching, manual handling, and fall from height that can cause minor injury like back pain to serious injuries for worker.	4	2	8	The operation and inspection CAN ONLY BE CARRIED OUT with the present SUPERVISOR AND GANTRY ENGINEER.		1	2	2	Engineer, supervisor, foreman or main contractor.
7.h	Lock all jack's ring nuts in span jack and bolts in sledges.		3	3	9			1	2	2	
8	STRAND INSTALLATION										
8.a	Installation of strand coil to bripack or strand dispenser.	Fallen strand or struck when loading the strand coil to bripack or strand dispenser that may cause accident	3	3	9	Only competent person or team lead by experienced worker that may lift the strand coil and install it into the bripack or strand dispenser.	Area of strand coil installation should be clearly demarcated to prevent access and have placed warning signage to alert personnel of hazards and risks present.	1	2	2	Supervisor and foreman
8.b	Threading of strand section (applies for both hand and machine threading).	Fallen strand or struck by moving strand.	4	2	8	A minimum of one person shall be at the exit end during all strand threading operations. Area at exit end must be closed off to direct access	Wear proper gloves and have placed warning signage to alert personnel of hazards and risks present.	1	2	2	Supervisor and foreman



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
						<p>Personnel at exit end shall have clear communication system with person threading the strand.</p> <p>At no time shall persons pass, stand in front of look into exit ducts of strands during threading operations</p> <p>Area of strand threading operations should be clearly demarcated to prevent access.</p>					
8.c	Strand installation	Worker may get injury at the finger because of the sharp tip of strand.	3	3	9	<p>Personnel must station at both end of duct to maintain clear exit.</p>	<p>Use a strand caper masking tape to cover the tip of the strand.</p> <p>Use the proper PPE and make sure the PPE is on good condition.</p>	1	2	2	All workers
9.	STRESSING										
9.a	Hydraulic Jack Installation and Setting.	Workers may struck by jack.	3	4	12	Pump operator and jack installation worker should keep good communication. Worker should stand on the two side of jack.		1	2	2	Supervisor and foreman
		Jamming of jack that can lead into loss time working.	3	3	9	Installed wedge of anchorages were checked before jack installation.		1	2	2	Supervisor and foreman



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
		Struck by flying strand, broken concrete debris or broken anchor block that may cause serious to fatality accident.	5	2	10	Warning sign and barrier shall be erected at stressing and non-stressing end when stressing work is in progress. Identify stressing area as exclusion zone to avoid any body in between both ends during stressing.	Plywood (25mm min) will be placed behind the stressing jack and no person is allowed to stand behind the anchorage during stressing operation (including reset and installation of jack).	1	2	2	Supervisor and foreman
		Struck by flying hoses or hydraulic oil from the hydraulic pump that may injury the worker.	3	4	12	All hoses shall be inspected before use. Checked for proper security at connections. No person shall stand in direct line of hoses during stressing.					
9.b	Hydraulic jack operation	Crushed fingers by jack during stressing because the worker don't know or unfamiliar with stressing equipment.	4	3	12	Stressing operator shall ensure all hands and fingers are clear from any potential pinch points before stressing operations. Refer to pre stressing method statement. Only trained competent persons to operate equipment up to the stated required forces.		1	2	2	Supervisor and foreman.
9.c	Cutting strand after stressing	Workers may get cut or injury.	3	4	12	Strand shall be secured and held firmly before commencement of cutting operations.	Use safety goggles or face shield to protect from eye injury when conducting cutting operations.	1	2	2	All workers



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
						<p>Only persons trained in use of hand grinders shall be allowed to cut strand, grinders and discs shall be checked for good condition, presence of fixed guards before use.</p> <p>Only correct designated tool will be used for changing discs.</p> <p>Workers shall check to ensure that no loose clothing is being worn before using grinders. Long hair should be tied back.</p> <p>Individual cut strands shall be bundled, tied together, and placed directly into safe storage ready for removal.</p>	Use fire extinguisher when fire occur as soon as possible.				

No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
		Risk of fire occur	3	3	9	When cutting the strand on the working platform, should be clear of flammable or combustible substance or material. Area at bottom of scaffold shall be checked to ensure likewise no storage of flammable or combustible material is present.		1	2	2	All workers
10.	GROUTING										
10.a	Grouting process	Eye contact by grout, chemical substances of grouting material, high pressure of air or water	3	3	9	Person shall no attempt to kink or adjust hoses, or connections, whilst under pressure. Provide MSDS of grouting material.	All workers will be issued with safety goggles and given toolbox talks on the associated hazards of the product.	1	2	2	All workers
		Skin contact by grout or chemical substance of grouting material	3	4	12	Toolbox talks on the associated hazards of the product will be given.					
						Workers shall wash of skin with provided clean water of contact with skin occurs Workers shall change clothing that becomes excessively contaminated with cement dust or grout	All workers will be issued with gloves and must wear long sleeve clothing.				



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
		Inhalation	2	5	10	All workers will be given toolbox talks on the PPE use and the associated hazards of the product.	All workers will be issued with masker and PPE.	1	2	2	All workers.
		Failure or working loose of grouting pump hoses.	3	3	9	Only hoses or rated capacity commensurate to pressures required shall be used. Rated capacity shall not be exceeded.		1	2	2	Supervisor and foreman.
	Hoses and connection shall be inspected regularly for defects or damage and proper security. Damaged items shall be removed to quarantine.										
	Whip checks shall be used at connection points of hoses to pump and hose to hose.										
					Hoses will not be kinked whilst under pressure. All pressure shall be released from hoses before disconnection.						
		Entanglement with	3	3	9	All moving parts shall be guarded.		1	2	2	Supervisor

No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
		moving parts.				<p>Workers shall ensure they do not wear loose clothing or jewellery near operating equipment. Persons with long hair shall be required to tie-back.</p> <p>Grout pump shall be fitted with emergency stop buttons.</p> <p>No machines shall be repaired or worked upon without having permission.</p>					and foreman
11	GANTRY DISMANTLING										
11.a	Crane and trailer movement.	Trailer or crane stuck in soft ground causing disturbance to traffic or public and loss time.	3	3	9	<p>Check conditions of access and temporary platform</p> <p>Documentation checks (valid Project Management Approval, Crane Operator Competency /SIO and Lifting Gear Certificate /SIA).</p> <p>Pre-inspect and do not allow defective machine to operate.</p> <p>Permit to move or operate.</p> <p>Conduct tool box briefing on daily or weekly basis-inclusive of all activities identified.</p>	<p>Fire extinguisher, beacon light horn, reverse signal.</p> <p>Required PPE-all personal</p>	1	2	2	Supervisor, foreman, crane crew, or main contractor



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
						Fire extinguisher, beacon light horn, reverse signal. Required PPE-all personal.					
	Crane Operation: Refer to Crane Operation HIRADC.										
11.b	Gantry dismantling.	Collapsed of Upper ross Beam (UCB) during dismantling; Collapsed of Front Support Leg (FSL) or Rear Support Leg (RSL) during dismantling; Collapsed of Truss Module during dismantling of tied bolts between trusses; Collapsed of Lower Cross Beam (LCB) and Universal Lower Roller Support (ULRS) during dismantling; Collapsed of gantry due to instability; Unintended longitudinal movement of Main Truss (MT) due to Loosening or Missing of Fixity Pins between Universal Lower Roller Support (ULRS) and Main Truss (MT);	5	2	10	Gantry dismantling checklist SHALL BE STRICKLY ADHERED during dismantling. Ensure that gantry is tied down prior to dismantling of Main Truss (MT). All work crew shall be briefed prior to commencement.	All work crew must be equipped with PPE.	1	2	2	Gantry engineer, gantry superintendent, or supervisor.



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
		that can causing : -Serious injuries to person, -Serious damage to gantry, -Serious damage to property, -Injury or damage-public -Fatality accident and loss time				The operation, inspection and maintenance of gantry CAN ONLY BE CARRIED OUT with the present of GANTRY SUPERINTENDANT, GANTRY ENGINEER AND SUPERVISOR.					
11.c	Main Truss sections-arrangement on the ground	Falls of members during assembly and slip trip and Fall-on the same level that can cause minor injuries to person, serious damage to property and loss time.	4	3	12	Sequence of assembly shall be accordance to checklist. Member shall be rigidly secured by strut before it is released from crane. All work crew shall be briefed prior to commencement. Walkways are not obstructed with tools and materials. All work crew must be equipped with PPE. Housekeeping-Clear Small or loose tools and materials from the work area.		1	2	2	Gantry engineer, gantry superintendent or supervisor.

No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
						Arrange the cleared small or loose tools and materials at a suitable location not obstructing walkways.					
12	WORK OVER LIVE TRAFFIC										
12.a	Travelling of segments along the gantry	Pedestrian and road user safety. Construction team safety. Serious injuries to person. Death or permanent disability. Serious damage to gantry. Serious damage to property. Loss time. Injury or damage - public. Disturbance to traffic.	5	2	10	Conduct tool box briefing on daily or weekly basis - inclusive of all activities identified. Valid CIDB - all personnel. Approved traffic management plan - road closure, traffic diversion or contra flow to be implemented and adhered to. Issue notice to public on approved traffic management plan - effective dates.	Required PPE - all personnel inclusive for all activities. Use traffic cones to fence off the Heavy equipment and "STOP or GO" Board required to allow the trucks to access to the working site. Install two layers of full span safety net covering bottom of the segment or span to catch for any falling of concrete debris safety net type - industrial or Heavy duty	1	2	2	Gantry engineer, supervisor, or main contractor.



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
						<p>The operation, inspection and maintenance of gantry CAN ONLY BE CARRIED OUT with the present of SUPERVISOR AND GANTRY ENGINEER.</p> <p>Critical step shall be identified as “hold point” in checklist and shall be verified by both gantry supervisor and gantry engineer before proceeding to the next step.</p> <p>Major Equipment Operation Permit (MEOP) audit - to be conducted involving technical, operation and QHSE before the first launch of the gantry. Subsequently this is done on regular basis and after relocation.</p> <p>Method Statement - work over live traffic to be complied.</p>					



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
						<p>All pedestrian footpaths should be redirected as possible to use the pedestrian crossing and use other available safe footpath.</p> <p>VSL erection crew should wait for the final consent and working area inspected by the main contractor.</p> <p>Training for the workers on the related hazards</p>					
12.b	Gantry Launching : Refer to Gantry Launching HIRADC										
12.c	Segment Erection : Refer to Gantry Launching HIRADC										
13	EMERGENCY SITUATION										
13.a	Evacuation in emergency condition	Workers trap on the danger area because workers don't know emergency instruction or No one directed to the evacuation area	5	2	10	<p>Establish Emergency Team and Officers P3K and the division of tasks and responsibilities</p> <p>Provide evacuation area</p>		1	2	2	All workers and staff



WORKING FORM – F.01.1-IV

HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROLS



QUALITY
HEALTH
SAFETY
ENVIRONMENT



No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	
						Providing emergency equipment and adequate directional and drugs - drugs P3K Do the Emergency Drill periodically or by schedule					

Type of Risk Control (Cross Check) Elimination Substitution Technical Controlling Administration Controlling Personal Protective Equipment (PPE)

Special Recommendation from QHSE Manager :

Revision Date: / /	Acknowledge by:
QHSE MANAGER (INITIAL)	PROJECT MANAGER (INITIAL)

No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	

Tabel-1: Possibility

Level	Criteria	Explanation
5	<i>Almost certain</i>	An event will occur in all conditions (repeatedly occurred)
4	<i>Likely</i>	An event may occur in almost any condition.
3	<i>Moderate</i>	An event will occur at some certain conditions.
2	<i>Unlikely</i>	An event may occur in some circumstances, but a small possibility.
1	<i>Rare</i>	An incident may occur at a specific condition / outstanding / after many years.

Tabel - 2: Consequent/Impact

Level	Criteria	Explanation
1	<i>Insignificant</i>	No injury, material damage is very small
2	<i>Minor</i>	First Aid require treatment, on-site release can be addressed directly, the material loss is tolerable
3	<i>Moderate</i>	Require medical care, on-site release can be addressed with the assistance of external, material losses adequate
4	<i>Major</i>	Resulting in Zero defective / missing body functions in total, off-site release with no effect damage, large material losses
5	<i>Catastrophic</i>	Cause of death, off-site releases of toxic substances and their effect damage, huge material losses

No.	Risk Identification	Impact of Risk	Initial Assessment			Risk Control	Additional Risk Control	Final Assessment			Performed by
			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level			Consequent/ Impact	Possibility	Risk Level	

Tabel – 3: Level of Risk

Possibility	Consequent				
	1	2	3	4	5
1	MEDIUM (M)	HIGH (H)	HIGH	VERY HIGH	XTREME (X)
2	MEDIUM	MEDIUM	HIGH	HIGH	VERY HIGH
3	LOW	MEDIUM	MEDIUM	HIGH	HIGH
4	LOW	LOW	MEDIUM	MEDIUM	HIGH
5	LOW (L)	LOW	LOW	MEDIUM	MEDIUM

Tabel -4 :Person in Charge/Personnel Responsibility for Certain Level of Risk

Level of Risk	Point of Risk Assessment	WHO IN CHARGE	WHO IS RESPONSIBLE
X	21 – 25	Head of Unit, respectively (in the project: PM)	CRITICAL. ALL PERSONNEL RESPONSIBLE
VH	17 - 20	Head of Unit, respectively (in the project: PM)	CRITICAL. ALL PERSONNEL RESPONSIBLE
H	10 – 16	Head of Unit, respectively (in the project: PM)	HSE Manager, Cross P2K3 Inspection, Safety Officer (intensive monitoring)
M	4 – 9	Work supervisor (Supervisor / Foreman)	PM, Safety Officer
L	1- 3	Head of Team (Leading Hands / Operator)	Supervisor, Foreman, Safety Inspector

BIODATA PENULIS



Dwiki Damar Samudro lahir di Bojonegoro, 01 Juni 1995, merupakan anak bungsu dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SDN Kauman 1 (Bojonegoro), SMPN 1 Bojonegoro, dan SMAN 1 Bojonegoro. Setelah lulus dari SMAN tahun 2013, Penulis mengikuti SNMPTN Undangan dan diterima di Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS pada tahun 2013 dan terdaftar dengan NRP 3113100118. Di Jurusan Teknik Sipil ini Penulis mengambil Bidang Studi Manajemen Konstruksi.

Semasa menempuh studi di ITS, penulis aktif di berbagai kegiatan sosial, kepanitian, dan kepengurusan organisasi Unit Kegiatan Minat dan Bakat ITS Badminton Community. Penulis sangat berharap Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca serta bagi penulis sendiri. Apabila pembaca ini berkorespondensi dengan penulis, dapat melalui e-mail dwikisamudro@gmail.com

(Halaman ini sengaja dikosongkan)