

TESIS

**PENGEMBANGAN PROSEDUR KERJA TERINTEGRASI K3
PEMBANGUNAN STRUKTUR BAJA DENGAN PEMANFAATAN
SISTEM *DRONE* DALAM PENGAWASAN KERJA**

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk
Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Magister Teknik Sipil**



AWANDA WISNU NUGROHO

NIM : 20914003

**KONSENTRASI MANAJEMEN KONSTRUKSI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL PROGRAM MAGISTER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2022

HALAMAN PERSETUJUAN

TESIS

**PENGEMBANGAN PROSEDUR KERJA TERINTEGRASI K3
PEMBANGUNAN STRUKTUR BAJA DENGAN PEMANFAATAN
SISTEM *DRONE* DALAM PENGAWASAN KERJA**



**(Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D.
IP-M.)**

Dosen Pembimbing I



Tanggal:

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

PENGEMBANGAN PROSEDUR KERJA TERINTEGRASI K3 PEMBANGUNAN STRUKTUR BAJA DENGAN PEMANFAATAN SISTEM *DRONE* DALAM PENGAWASAN KERJA

disusun oleh

Awanda Wisnu Nugroho
20914003

Telah diuji oleh Dewan Penguji
pada tanggal 19 Agustus 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

(Susunan Dewan Penguji)

Pembimbing

Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IP-M.

Penguji I

Ir. Faisol AM., M.S.

Penguji II

Albani Musyafa, S.T., M.T., Ph.D.

Yogyakarta, **25 AUG 2022**

Universitas Islam Indonesia

Program Studi Teknik Sipil, Program Magister

Ketua Program,



Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis yang dibuat adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik (magister), baik di Universitas Islam Indonesia maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program “software” komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggung jawab universitas islam indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah ada, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku diperguruan tinggi.

Yogyakarta.....
Yang membuat pernyataan



AWANDA WISNU NUGROHO

20914003

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, kelancaran dan hidayahnya sehingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tesis ini dilaksanakan untuk memenuhi persyaratan dalam rangka memperoleh gelar master jenjang Strata Dua (S2) pada Magister Manajemen Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Atas selesainya Laporan Tesis ini, ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya disampaikan kepada :

1. Ibu Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Tesis yang telah banyak memberikan inspirasi, motivasi, serta bimbingan selama tesis ini berlangsung.
2. Bapak Ir. Faisol AM, MS. selaku dosen penguji I.
3. Bapak Albani Musyafa, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen penguji II.
4. Miftahul Fauziah, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Program Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII.
5. Seluruh keluargaku, terutama Bapak dan Ibu yang selalu mendukung, menyemangati serta mendoakan segala kegiatanku.
6. Teman-teman kuliah Magister Teknik Sipil, khususnya Konsentrasi Manajemen Konstruksi Tahun Angkatan 2020.
7. Serta seluruh pihak yang turut membantu dalam penyusunan Tesis ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini masih banyak kekurangannya, karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan laporan Tesis ini sangat diharapkan. Akhir kata semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa UII Jurusan Teknik Sipil khususnya dan para pembaca pada umumnya. Tidak lupa permohonan maaf yang sebesar-besarnya atas kurang sempurnaan tesis ini

Yogyakarta.....



AWANDA WISNU NUGROHO

20914003

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMANA PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Sebelumnya	7
2.2 Perbedaan Penelitian Dengan Sebelumnya	14
BAB III LANDASAN TEORI	15
3.1 Teknologi Dan Manajemen Konstruksi	15
3.2 Kesehatan, Keselamatan, Kerja	16
3.3 Kecelakaan Kerja	17
3.3.1 Defisinisi Kecelakaan Kerja	17
3.3.2 Faktor Kecelakaan Kerja	18
3.4 Pekerjaan Struktur Baja	19
3.5 Pekerjaan Beresiko Pada Ketinggian	23
3.6 Penerapan Keselamatan Kerja	24

3.6.1 <i>Health Safety Environment</i>	25
3.6.2 Pedoman Pelaksanaan Kerja Konstruksi	26
3.7 Penerapan Teknologi Dalam Pengawasan K3	27
3.8 Teknologi <i>drone</i>	28
3.9 Standart operasi kerja	30
3.10 Resiko Bahaya Pekerjaan Baja	32
3.9.1 Resiko Pekerjaan Baja	32
3.9.2 Pengendalian Resiko K3	32
3.11 Hubungan Sop Dengan Keselamatan Kerja	34
BAB IV METODE PENELITIAN	36
4.1 Jenis Penelitian	36
4.2 Objek Dan Subjek Penelitian	36
4.3 Data Penelitian	37
4.4 Instrumen Penelitian	37
4.5 Tahapan Penelitian	38
4.5.1 tahap prosedur kerja terintegrasi K3	40
4.5.2 tahap prosedur sistem pengawasan dengan drone	41
4.6 Output penelitian	42
4.7 Bagan Alir Penelitian	43
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
5.1 Detail Bangunan	45
5.1.1 Bangunan Breeding Farm	45
5.1.2 Implementasi K3 Dalam Pekerjaan	46
5.1.3 Bidang Pekerjaan	47
5.2 Hasil Penelitian	48
5.2.1 Rekomendasi Bagan Alir	48
5.2.2 Identifikasi Resiko Pekerjaan Baja	58
5.2.3 Penanggung Jawab Prosedur K3	66
5.2.4 Prosedur Pengawasan Kerja <i>Drone</i>	68
5.2.5 Verifikasi Prosedur Kerja	81
5.3 Pembahasan	

5.3.1	Lingkup Pekerjaan Berbahay	83
5.3.2	Standart Acuan Rekomendasi Kerja	84
5.3.3	Efektifitas Pengawasan <i>Drone</i>	87
5.3.4	Hubungan Pengawasan Dan Prosedur Kerja	89
5.3.5	Kontrol Mutu Dalam Proses Kerja	90
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		
6.1	Kesimpulan	92
6.2	Saran	92
DAFTAR PUSTAKA		94
LAMPIRAN		97



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu	10
Tabel 3.1 kategori UAV internasional	29
Tabel 3.2 kekurangan dan kelebihan drone	29
Tabel 5.1 Prosentase Pembagian Pekerjaan Baja	47
Tabel 5.2 prosedur pekerjaan pre-assembly	49
Tabel 5.3 prosedur perakitan komponen	50
Tabel 5.4 prosedur sand blasting	51
Tabel 5.5 prosedur finishing pabrikasi	52
Tabel 5.6 prosedur mobilisasi baja	53
Tabel 5.7 prosedur erection angkur	54
Tabel 5.8 prosedur erection kolon dan balok	55
Tabel 5.9 prosedur erection atap	56
Tabel 5.10 prosedur finishing zinchromate	57
Tabel 5.11 Identifikasi resiko pre assembly	59
Tabel 5.12 Identifikasi resiko perakitan komponen	60
Tabel 5.13 Identifikasi resiko pekerjaan sandblasting	61
Tabel 5.14 Identifikasi resiko pekerjaan <i>finishing assembly</i>	62
Tabel 5.15 Identifikasi resiko pekerjaan mobilisasi	63
Tabel 5.16 Identifikasi resiko pekerjaan pemasangan angkur	64
Tabel 5.17 Identifikasi resiko pekerjaan erection kolom dan balok	65
Tabel 5.18 Identifikasi resiko pekerjaan <i>erection</i> struktur atap	65
Tabel 5.19 Identifikasi resiko pekerjaan <i>finishing top coat</i>	66
Tabel 5.20 spesifikasi minimal piranti <i>drone</i>	69
Tabel 5.21 draft pengecekan kondisi dan lingkungan <i>drone</i>	71
Tabel 5.22 prosedur penerbangan <i>drone</i>	77
Tabel 5.23 visualisasi hasil pengamatan dengan <i>drone</i>	78
Tabel 5.24 penanganan pertama kecelakaan kerja	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Pembangunan Struktur Baja Pada <i>Breeding Farm</i>	4
Gambar 3.1 Bagan Faktor Kecelakaan Kerja	19
Gambar 3.2 Jenis Baja	20
Gambar 3.3 piranti <i>drone</i>	28
Gamabr 3.4 Hirarki Pengendalian Resiko	33
Gambar 4.1 tahap penelitian prosedur kerja	40
Gambar 4.2 tahap penelitian pengawasan	41
Gambar 4.3 output penelitian	42
Gambar 4.4 bagan alir penelitian	44
Gambar 5.1 soft drawing bangunan baja	45
Gambar 5.2 penampang 3d bangunan	46
Gambar 5.3 lokasi pekerjaan	46
Gambar 5.4 Pekerjaan baja mentah	59
Gambar 5.5 perbedaan pekerjaan <i>pre assembly</i> dan <i>assembly steel</i>	60
Gambar 5.6 pekerjaan <i>sand blasting</i>	61
Gambar 5.7 pemasangan angkur	63
Gambar 5.8 <i>erection</i>	64
Gambar 5.9 wewenang keselamatan kerja	68
Gambar 5.10 Piranti <i>Drone</i> Dji Mavic Pro	69
Gambar 5.11 perbandingan kemiringan kamera	73
Gambar 5.12 perbandingan ketinggian dan perbesaran	73
Gambar 5.13 ilustrasi gambaran jarak <i>drone</i>	75
Gambar 5.14 contoh skema penerbangan dengan <i>drone</i>	75
Gambar 5.15 resiko paling sering terjadi pada pekerjaan baja	84
Gambar 5.16 ilustrasi kelebihan pengamatan dengan <i>drone</i>	88
Gambar 5.17 hubungan prosedur kerja dengan pengawasan kerja	89

BAB I

PENDAHULUAN

Bab pendahuluan pada penelitian berisi mengenai latar belakang mengenai dipilihnya topik penelitian berdasarkan fakta yang terdapat pada tahun dibentuknya penelitian. Bab pendahuluan juga berisi mengenai rumusan masalah yang akan dipecahkan sehingga tercapai tujuan dan memberikan manfaat, namun masih dalam lingkup yang dibatasi agar penelitian tidak keluar dari topik.

1.1 Latar Belakang

Konstruksi di Indonesia kini mengalami perkembangan yang pesat. Konstruksi di zaman sekarang ini bukan hanya kegiatan membangun sebuah bangunan fisik, namun berkembang menjadi sebuah sistem perekonomian baru yang memunculkan berbagai lapangan pekerjaan dan berbagai metode pekerjaan terbaru dengan terintegrasi teknologi. Perkembangan konstruksi di Indonesia dimasa 2020 sempat terpuruk namun hingga April 2021 dikutip dari halaman kontan (2021) pertumbuhan sektor konstruksi diprediksi mengalami kenaikan sebanyak 7 hingga 8%. Kenaikan positif tersebut memiliki arti bahwa konsumen akan bangunan masih diminati.

Peningkatan pertumbuhan konstruksi tersebut tentunya memerlukan tenaga dan karyawan lapangan yang perlu untuk diperhatikan terutama dalam masalah keamanan dan keselamatan kerja. Mengacu pada UU No 1 tahun 1970 kecelakaan kerja merupakan suatu kejadian yang tidak dapat diduga dan dikehendaki sehingga dapat menimbulkan kerusakan dan mengganggu rangkaian pekerjaan, yang menimbulkan korban jiwa dan keuangan. Dikutip dalam data kementerian PUPR sektor konstruksi merupakan penyumbang kecelakaan terbesar yang berada di Indonesia prosentase kecelakaan kerja tersebut mencapai 32%. Seperti efek domino peran tenaga kerja menjadi sangat vital terhadap aspek pembangunan terutama di Indonesia.

Pengelompokan kecelakaan kerja terbagi dalam 3 hal, diantaranya adalah faktor *human* (seluruh karyawan yang terkait dalam pekerjaan), faktor alat (piranti yang berkaitan dengan pekerjaan) dan faktor lingkungan (kondisi sekitar proyek),

Mulyo (2020). Faktor human adalah faktor yang menjadi perhatian khusus dalam beberapa tahun terakhir baik oleh pemerintah melalui peraturan menteri atau dalam undang-undang, dan juga ISO. Berdasarkan *loss causation* model dalam Agustin (2020), faktor penyebab kecelakaan kerja adalah faktor dasar berupa kemampuan fisik dan kesehatan, selain itu juga terdapat faktor langsung yaitu berupa keahlian dan juga item pekerjaan yang akan dilakukan faktor langsung menjadi salah satu penunjang yang akan meminimalkan resiko kerja.

Zhang, P (2015), menjelaskan “*Work health and safety (WHS) on construidorocion sites can be influenced by decisions made upstream from the construction stage. The effectiveness of WHS risk management relies on decision makers’ ability to decide appropriate strategies to mitigate/control risks. However, it is unclear whether upstream decision makers share similar WHS risk perceptions with those who undertake the construction work*” dalam penelitian tersebut menjelaskan bahwasannya kesehatan dan keselamatan kerja di lokasi konstruksi dipengaruhi oleh keputusan yang dibuat oleh pemangku jabatan sebelum dilakukannya proses konstruksi. Manajemen resiko K3 dibuat untuk meminimalisir dan memitigasi resiko yang mungkin akan terjadi, namun dari pernyataan penelitian tersebut banyak pemimpin yang belum mengerti persepsi dan resiko K3 dalam merencanakan dan mengambil keputusan.

Pengambilan keputusan dan perencanaan K3, pada peraturan Menteri PUPR Nomor 05/PRT/M/2014 dikutip dalam pasal 7 menyatakan bahwa rancangan konseptual yang didalamnya memuat berbagai hal termasuk studi kelayakan, survei dan investigasi) wajib memuat rancangan dan koseptual mengenai K3. Dikutip dalam Pasal 8 Peraturan Menteri 05/PRT/2014, menambahkan bahwa dokumen pemilihan penyedia barang/jasa harus memuat persyaratan K3 sebagai persyaratan teknis dengan menambahkan item biaya K3 konstruksi dan teknis K3 dalam penawarannya sebagai gambaran utama ketika nanti dilaksanakan dimana Peraturan Menteri PUPR Nomor 05/PRT/M/2014 tersebut merupakan salah satu pertauran hirarki yang bersifat yuridis dan mengikat seluruh peserta konstruksi dengan tambahannya.

Dikutip dari Idoro (2011), menyatakan bahwa “*six types of OHS management efforts, Three of these were measured at very high levels: efforts to provide PPE to*

workers, comply with OHS regulations and provide OHS facilities. These effort types ranked 1, 2 and 3, respectively, in terms of the level of effort extended by managers” secara singkat dalam penelitian tersebut ditemukan 3 poin utama dari beberapa poin lainnya dalam penerapan keselamatan dan kesehatan kerja, 3 poin utama tersebut diantaranya adalah upaya penyediaan APD, kepatuhan terhadap peraturan K3 dan penyediaan fasilitas penunjang lain. Pada klausul ini ditemukan bahwa pengaruh utama dalam kegiatan kesehatan dan keselamatan kerja adalah APD serta penerapan peraturan yang mampu mengikat.

Peraturan yang mencakup seluruh prosedur pekerjaan akan menjadi dasar dari seluruh pekerjaan yang akan dilaksanakan sehingga ketika pekerjaan tersebut dilaksanakan berbagai kebutuhan dan peralatan penunjang dapat disiapkan untuk meminimalkan resiko dalam bekerja yang menyangkut keselamatan kerja dikutip dari penelitian Herianto (2019), pekerjaan yang memiliki resiko paling besar dari pekerjaan konstruksi berdasarkan perhitungan RPN adalah pekerjaan *cuttingwhel*, tertimpa material besi atau baja, dan jatuh dari ketinggian. Resiko tersebut memerlukan penanganan dalam hal pencegahan, perencanaan, dan pengawasan. Dari penelitian tersebut diketahui bahwa resiko akan dapat diminimalisir apabila dikontrol dengan perencanaan yang baik.

Kesalahan dalam penetapan prosedur pada tahap perencanaan disebabkan oleh tidak adanya alur kerja terpadu yang baik dan jelas. Namun dalam peraturan baik yang berskala nasional seperti halnya SNI dan peraturan internasional OSHA standar pekerjaan tersebut memiliki tingkat pemahaman yang tinggi, sehingga tidak jarang peraturan tersebut sulit dimengerti baik dikalangan manajemen dan turunannya. Sehingga banyak perusahaan tidak memiliki cara yang praktis dan efisien untuk dipahami dalam penerapan langkah kerja dilapangan. Tingkat kemudahan dalam penjelasan prosedur kerja secara tidak langsung harus dapat diketahui maksud dan tujuannya bahkan oleh khalayak umum, sehingga dapat diketahui resiko kerjanya, yang kemudian angka kematian dan kecacatan akibat kesalahan bekerja dapat dihindari. Untuk itu perencanaan dalam membuat prosedur kerja harus diwujudkan dalam sebuah sistem manajemen yang deskriptif dan tertuang langkah-langkah yang mudah diikuti dan dilaksanakan sehingga dapat meminimalisir resiko pekerjaan yang akan dilakukan. Kemudian Diperlukan

inovasi dalam mengawasi pekerjaan untuk mengimbangi penerapan prosedur kerja yang dibuat terutama dalam pembangunan skala besar karena kecelakaan kerja bukan hanya disebabkan oleh faktor internal tetapi juga disebabkan oleh faktor eksternal yang kesemuanya tidak dapat diawasi sekaligus oleh petugas K3.



Gambar 1.1 Pembangunan Struktur Baja Pada *Breeding Farm*

Breeding farm adalah suatu bangunan industri yang digunakan untuk menghasilkan telur dari indukan ayam. Seluruh konstruksinya menggunakan baja IWF dengan kombinasi beton, tinggi total dari bangunan tersebut mencapai tujuh hingga sepuluh meter dengan lebar bangunan 108 meter dan lebar 20 meter, pekerjaan struktur baja menjadi salah satu instrumen pokok dalam bangunan ini dimana dibutuhkan bentang yang panjang tanpa penyangga. Selama ini belum tersedia prosedur kerja yang aman dan baik pada saat pelaksanaan pembangunan konstruksi *breeding farm*, sehingga sering timbul masalah, diantaranya cedera ringan yang banyak dialami pekerja ketika pengelasan dan *erection* serta tidak dipatuhinya aspek K3 karena kurangnya pengawasan. Untuk itu diperlukan sebuah penelitian yang menghasilkan prosedur kerja terintegrasi K3 yang aman dan baik untuk menjamin terlaksananya pekerjaan bangunan *breeding farm* sesuai dengan mutu yang diharapkan tanpa timbul kecelakaan kerja.

1.2 Rumusan Masalah

Pekerjaan konstruksi memiliki banyak resiko sehingga diperlukan sistem yang mudah dipahami dan dapat diterapkan oleh top manajemen kepada pekerja

dilapangan. Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan terdapat beberapa rumusan masalah:

1. Bagaimana rekomendasi prosedur kerja yang baik serta terintegrasi K3 dalam pekerjaan struktur baja?
2. Bagaimana sistem pengawasan pelaksanaan pekerjaan pada struktur konstruksi baja menggunakan drone?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian digunakan untuk membantu menjawab rumusan masalah, sehingga tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat rekomendasi prosedur kerja yang baik dan terintegrasi K3 untuk pekerjaan struktur baja.
2. Membuat sistem kerja pada pengawasan pelaksanaan pekerjaan struktur baja dengan menggunakan pirantri drone.

1.4 Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan deskripsi mengenai pembentukan sistem prosedur pada sebuah pekerjaan. Manfaat penelitian bagi lembaga dan perusahaan yang bergerak dalam bidang konstruksi adalah sebagai pedoman prosedur kerja serta digunakan untuk menambah metode pengawasan pelaksanaan kerja baru dalam pekerjaan struktur baja. Manfaat penelitian Bagi ilmu pengetahuan dan masyarakat umum adalah untuk media pembelajaran dan pengembangan ilmu K3 khususnya pada pekerjaan struktur baja sehingga nantinya dapat dikembangkan untuk kemaslahatan bersama.

1.5 Batasan Penelitian

1. Bangunan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bangunan *breeding farm* (bangunan yang digunakan sebagai pembibitan ayam) dengan konstruksi baja.
2. Pelaksanaan dilakukan pada pembangunan struktur baja dilapangan, mobilisasi, pemotongan, penyambungan, dan *erection*.
3. Pekerjaan hanya dalam struktur atas baja

4. Penelitian terbatas hanya mengenai resiko keselamatan pekerjaan struktur baja, kondisi *unsafe accident*, dan pembuatan prosedur kerja
5. Bangunan yang diteliti dalam keadaan proses pelaksanaan.
6. Pada penelitian ini tidak akan membahas tentang kekuatan struktur.
7. Penelitian dilapangan dilakukan dalam waktu 3 hari.
8. Penggunaan *drone* hanya menampilkan foto dan video.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka digunakan sebagai acuan yang relevan terhadap penelitian yang akan dilaksanakan. Tinjauan ini juga menjadi salah satu pertimbangan untuk mengambil dan mengutip intisari ilmu yang telah ditemukan dalam penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian ini.

2.1 Penelitian Sebelumnya

1. Umam (2020), meneliti tentang tingkat kecelakaan kerja dan sistem manajemen K3. Pada penelitian ini obyek yang diteliti adalah pembangunan sistem PLTU Tanjung Jati B unit 5 dan 6, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat kecelakaan kerja dan hubungan antara sistem manajemen dan program K3 pada sebuah insiden kecelakaan bangunan baja. Sistem yang digunakan dengan metode deskriptif dengan pengumpulan informasi tentang keadaan yang sedang terjadi yang kemudian digunakan kuesioner sebagai instrumen pengumpulan data dengan pengolahan menggunakan metode SPSS, jumlah responden 100 orang yang digunakan sebagai data primer dan data sekunder dengan mencari referensi dari staff k3 pekerjaan baja. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa pada pembangunan PLTU sudah memiliki sistem K3 yang baik. Hasil lain yang didapat dari penelitian ini adalah bahwa sistem manajemen K3 memiliki peran terhadap pengendalian dan pencegahan kecelakaan kerja. Dilain sisi kecelakaan kerja yang sering terjadi dalam pembangunan konstruksi baja disebabkan oleh kecerobohan dalam bekerja dan tidak patuhnya pekerja terhadap bahaya pekerjaan.
2. Panjaitan (2019), meneliti tentang pengaruh *unsafe action* kecelakaan kerja pada konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh *unsafe action* terhadap kecelakaan kerja yang berada didaerah Citra Land Bagya City Kota Medan dengan obyek pengamatannya adalah bangunan perumahan, dengan latar belakang pekerja yang berbeda-beda. Observasi dilaksanakan menggunakan 30 responden dengan pendekatan *cross sectional*

dan diuji dengan cara statistik menggunakan uji *chi square*. Penelitian pada lokasi tersebut dilakukan karena telah terdapatnya empat kecelakaan kerja dari bulan Maret hingga Agustus 2018. Pembahasan dalam penelitian ini terdapat beberapa faktor *unsafe act* dimana didapatkan hasil bahwa penggunaan APD memiliki hubungan yang besar terhadap kecelakaan kerja konstruksi, seperti halnya penggunaan helm, *body harness*, masker dan *safety shoes*. Dari 30 responden yang diamati hanya 8 orang yang menggunakan perlengkapan helm dan baju *safety* sedangkan sisanya tidak menggunakan APD. Penelitian menggunakan beberapa variabel yang digunakan diantaranya pendidikan, sikap dan APD namun diantara ke-3 variabel ini yang menjadi penyebab kecelakaan kerja adalah APD diikuti dengan sikap. sikap dalam penelitian ini didefinisikan dengan kecenderungan mengadakan tindakan terhadap suatu objek, dimana sikap belum berupa suatu tindakan, namun berbentuk predisposisi suatu tindakan (hal yang akan dilakukan). Faktor yang memiliki hubungan erat dengan kecelakaan adalah faktor penggunaan APD, sikap dan pelatihan keselamatan kesehatan kerja (pendidikan)

3. Bhaskara (2017), penelitian membahas mengenai penyusunan prosedur kerja yang praktis dan mudah dimengerti dalam pekerjaan basement dan galian. Metode penelitian ini menggunakan sistem deskriptif kualitatif menggunakan sistem wawancara secara langsung terhadap dua orang *safety officer* dengan tujuan untuk mengetahui area bahaya yang terdapat pada pekerjaan gedung bertingkat. Dalam mengidentifikasi lingkungan yang berbahaya tersebut dipilihlah pekerjaan *basement* yang kemudian dilakukan peninjauan yang lebih mendalam untuk membuat sebuah prosedur kerja untuk meminimalisir kecelakaan kerja akibat kondisi tidak aman. Kondisi tidak aman pada penelitian ini merupakan tempat kerja yang memiliki potensi untuk menyebabkan kecelakaan kerja. Penelitian dimulai dengan mengidentifikasi berbagai macam resiko pada pekerjaan galian tanah tersebut kemudian diklasifikasikan berdasarkan resiko terkecil hingga terbesar. Pada pengujian yang telah dilakukan terdapat 17 macam resiko kondisi tidak aman yang akan membahayakan pekerja. Ke-17 macam resiko tersebut kemudian ditabelkan

dalam beberapa kategori didalamnya diantaranya adalah identifikasi resiko, penanggung jawab kegiatan, rekomendasi pencegahan, APD, dan identifikasi kegiatan. Ketika telah diketahui resiko tersebut kemudian akan dihasilkan sebuah rekomendasi kerja yang di telah disetujui oleh *safety officer*.

4. Lubis (2020), penelitian memiliki judul “Identifikasi Potensi Kecelakaan Kerja Dan Upaya Keselamatan Kerja Pada Pelaksanaan Girder”, girder yang digunakan sebagai bahan penelitian berada pada proyek tol dengan menggunakan crane untuk membantu mengangkat girder pada ketinggian tertentu. Tujuan penelitian untuk mengetahui tingkat keamanan pekerjaan girder dan mengetahui nilai probabilitas keamanan pekerjaan dengan hasil penelitian dengan metode menggunakan RVS yaitu penilaian yang berdasarkan pada pengamatan visual yang diambil secara acak melalui media. Penelitian ini menggunakan metodologi deskriptif kuantitatif yang menggambarkan aman atau tidak amannya pekerjaan tersebut. Pada tahap penelitian yang dilakukan terdapat beberapa parameter penelitian yang digunakan diantaranya adalah tindakan operatif, kondisi proyek dan konstruksi operatif. Hasil kuesioner dengan beberapa ahli tersebut kemudian menunjukkan hasil bahwa dari beberapa jembatan yang digunakan sebagai acuan memiliki kecenderungan yang kurang aman dengan perolehan nilai probabilitas yang kurang dari 1 dengan nilai terbesar terjadi pada penempatan crane dan pengangkatan girder sehingga memerlukan tinjauan kembali mengenai prosedur pekerjaan yang digunakan, upaya yang dilakukan dengan melakukan penambahan pengawasan dan penambahan APD.

Tabel 2.1 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu

No	Penelitian	Judul penelitian	Metode penelitian	Hasil penelitian
1.	Umam (2020)	Kajian sistem manajemen k3 dan tingkat kecelakaan kerja pada pekerjaan struktur baja di PLTU tanjung jati b unit 5 dan 6 Jepara	Metode deskriptif dan pengujian statik	Lokasi pada penelitian adalah di PLTU Tanjung Jati Proyek penelitian menggunakan metode kuesioner dengan sampling acak setelahnya dilakukan analisis menggunakan Aplikasi SPSS. Diketahui dari hasil penelitian bahwa karena $F_{hitung} = 3,23 \geq 3,09 F_{tabel}$. Sehingga nilai koefisien regresi (b_1 dan b_2) yaitu sistem manajemen dan K3 signifikan atau terdapat hubungan terhadap kecelakaan kerja (Y). Kecelakaan kerja yang sering terjadi akibat kecerobohan pribadi dan tidak mempedulikan perintah kerja. Dalam penelitian ini didapatkan hasil bahwa kecelakaan kerja yang terjadi memiliki pengaruh yang berhubungan dengan sistem manajemen dan program K3. Pada pembangunan ini kecelakaan PLTU dengan struktur baja kecelakaan kerja diakibatkan oleh kecerobohan pekerja dan ketidak hati-hatian pekerja dalam masa pembangunan.

Tabel 2.1 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu (lanjutan)

No	Penelitian	Judul penelitian	Metode penelitian	Hasil penelitian
2.	Panjaitan (2019)	Pengaruh <i>unsafe action</i> terhadap kecelakaan kerja pada pekerja konstruksi di PT. DAP Perumahan Citra Land Bagya City Kota Medan	Observatif dengan pendekatan sectional	Pada penelitian ini ditemukan kasus adanya kecelakaan kerja dimana beberapa pekerja mengalami kecacatan dan kematian. Metode yang digunakan adalah total sampling dengan pendekatan <i>cross sectional</i> . Beberapa penelitian menunjukkan bahwa faktor manusia menempati posisi paling tinggi terhadap terjadinya kecelakaan kerja yaitu 80 sampai 85%. Variabel yang digunakan pendidikan, sikap dan APD. Hasil uji statistik memperlihatkan bahwa sikap pekerja yang baik dapat memberikan efek pengurangan kecelakaan kerja. Namun pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa ada hubungan antara penggunaan APD dengan kecelakaan kerja pada pekerja konstruksi bangunan di Konstruksi PT. DAP Citra Land Bagya City Medan Tahun 2019, dengan p-value (0,031).

Tabel 2.1 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu (lanjutan)

No	Penelitian	Judul penelitian	Metode penelitian	Hasil penelitian
3.	Bhaskara (2017)	Prosedur Kerja Terintegrasi Untuk Area Pekerjaan Basement	Metode dalam penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang dimodelkan dalam bagan alir prosedur	Hasil penelitian menjelaskan bahwa terdapat 17 macam resiko dalam pembangunan <i>basement</i> . Ke-17 resiko tersebut didapatkan dari hasil wawancara yang dikembangkan dengan studi literatur. Literatur yang digunakan adalah keputusan bersama No-Kep-174/Men/1986 No.104/KPTS/1986 dan peraturan OHSAS 18001:2007. Penelitian juga meneliti kebiasaan kerja yang dilakukan pada pekerjaan <i>basement</i> . Prosedur kerja yang dibuat didalamnya memuat identifikasi resiko, penanggung jawab dan identifikasi berdasarkan kualifikasi pekerjaan yang berbahaya.
4.	Lubis (2020)	Identifikasi Potensi Kecelakaan Kerja Dan Upaya Keselamatan Kerja Pada Pelaksanaan Girder	<i>Rapid visual screening</i> kuesioner	Penelitian menggunakan sistem foto dokumentasi yang diambil dari literatur media sosial pada pekerjaan, dengan objek penelitian pada sebuah proyek pekerjaan <i>erection girder</i> yang ditinjau berdasarkan hasil analisis

Tabel 2.1 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu (lanjutan)

No	Penelitian	Judul penelitian	Metode penelitian	Hasil penelitian
				<p>penilaian RVS (<i>Rapid Visual Screening</i>), yang nantinya akan diketahui Definisi “aman” (bila skor probabilitas = 1) dan “tidak aman” (bila skor probabilitas = 0) Presentase nilai probabilitas untuk pekerjaan girder pada paket pekerjaan tol memiliki kecenderungan kurang aman dengan nilai probabilitas kurang dari 1. Sehingga perlu dilalukan studi kelayakan dan keselamatan kerja untuk mengurangi nilai kurang aman dalam pekerjaan girder tersebut.</p>

2.2 Perbedaan penelitian dengan penelitian sebelumnya

Perbedaan penelitian yang akan dilakukan adalah tempat penelitian, tujuan penelitian dan obyek penelitian yang akan diteliti. Penelitian dilakukan pada proyek *breeding farm* dengan struktur baja IWF yang memiliki ketinggian tujuh hingga sepuluh meter dari elevasi tanah. Penelitian akan membahas mengenai penyusunan prosedur kerja pada pekerjaan struktur baja dan juga pemanfaatan Penggunaan *drone* dalam pengawasan pekerjaan konstruksi yang bertujuan untuk meminimalkan resiko kecelakaan bagi para pekerja. Inovasi ini akan menjadi perbedaan dalam pengawasan K3 dilapangan sehingga nanti akan diketahui cara efektif dalam pengawasan kerja dan dapat digunakan sebagai evaluasi yang optimal untuk pekerjaan selanjutnya agar tidak terjadinya kecelakaan kerja pada konstruksi baja.



BAB III

LANDASAN TEORI

Landasan teori menjadi penghubung antara penelitian terdahulu dengan beberapa teori yang akan digunakan. Teori-teori diambil dari beberapa sumber karya ilmiah terdahulu yang relevan untuk dikomparasikan menjadi landasan dasar dalam keberlanjutan penelitian ini.

3.1 Teknologi dan manajemen konstruksi

Ilmu dalam konstruksi terbagi menjadi 2 kategori yaitu teknologi konstruksi dan manajemen konstruksi. Elemen-elemen konstruksi yang berisi teknik dalam kaitannya dengan pekerjaan di lapangan disebut dengan teknologi konstruksi. Perbedaan teknologi konstruksi dengan manajemen konstruksi terletak pada pengaplikasiannya. Manajemen konstruksi berkaitan erat dengan *top management* dimana didalamnya mencakup seluruh ketersediaan sumber daya. Rani (2016), dalam sebuah buku berjudul “Manajemen Konstruksi” menyebutkan bahwa Sumber daya dalam manajemen konstruksi terdiri dari :

1. *Manpower* (tenaga kerja)
2. *Machines* (peralatan dan mesin)
3. *Material* (bahan bangunan yang digunakan)
4. *Money* (pembiayaan dalam pembangunan)
5. *Method* (metode yang disetujui oleh top management)

Manajemen melibatkan ke lima sumber daya tersebut yang kemudian ditambah dengan hubungan sosial terhadap lingkungan untuk membangun suatu proyek konstruksi. Menurut Broto (2011), manajemen konstruksi merupakan serangkaian proses mulai dari kegiatan, perencanaan, dan pelaksanaan yang didalamnya terdapat kegiatan mengatur sumber daya, yang nantinya menghasilkan suatu produk sesuai dengan mutu dan kualitas. Dalam lingkungan proyek, teknologi dan manajemen konstruksi memiliki rangkaian kegiatan yang saling berhubungan dan melibatkan banyak pihak, baik terlibat secara langsung maupun tidak langsung. Manajemen konstruksi berfungsi menjamin pelaksanaan proyek tepat sesuai

schedule, tidak ada biaya tambahan dan kualitas yang sesuai dengan dokumen kontrak dan RKS yang telah disepakati.

Setiap kegiatan proyek konstruksi memiliki karakteristik yang berbeda diantaranya selama proses pelaksanaan. Dimana dalam proses pelaksanaan ini selalu memiliki ketidak pastian baik dalam eksekusi *shopdrawing*, *schedule*, dan juga proses pelaksanaan K3 sehingga diperlukan efisiensi pengawasan.

3.2 Kesehatan, Keselamatan, Kerja (K3)

Menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja RI No. Kep. 463/MEN/1993 kesehatan kerja adalah upaya perlindungan yang di tujukan agar tenaga kerja dan orang lain, disuatu perusahaan selalu dalam keadaan selamat dan tidak mengganggu sumber produksi sehingga dalam setiap pekerjaan dapat terlaksana aman dan terhindar dari terjadinya kecelakaan kerja.

Keselamatan kerja adalah sarana terpenting dalam melakukan pencegahan kecelakaan seperti cacat dan kematian akibat suatu kesalahan tindakan, dimana dalam hubungannya dengan perlindungan tenaga kerja disini adalah para pemangku jabatan yang terlibat dalam pembangunan konstruksi dikutip dari Suma'mur (1987), dalam penelitian Rifani (2018), Tujuan utama dalam penerapan K3 berdasarkan undang-undang no 1 tahun 1970 antara lain :

1. Melindungi dan memastikan keselamatan semua pekerja yang berada pada lingkungan proyek
2. Memastikan setiap sumber produksi digunakan secara aman dan efisien
3. meningkatkan kesejahteraan dan produktivitas nasional

Kecelakaan pada pembangunan konstruksi tentunya tidak dapat dihindari sehingga diperlukan sebuah strategi yang digunakan untuk menghindari kecelakan kerja dan meminimalkan korban. Hal utama yang dapat dilakukan adalah dengan mengidentifikasi resiko berdasarkan tindakan tidak aman dan kondisi tidak aman. Lin (2014) terdapat 2 aspek pengaruh keselamatan kerja diantaranya adalah lokasi proyek dan lingkungan pekerja. Dengan cara sederhana yaitu menerapkan K3 sesuai dengan arahan maka kecelakaan kerja dapat ditekan hingga mencapai *zero accident*.

3.3 Kecelakaan Kerja

3.3.1 Definisi Kecelakaan kerja

Kecelakaan kerja adalah sebuah akibat yang baik sengaja maupun tidak disengaja dapat menimbulkan kerugian cacat fisik dan materil bagi pekerja, bagi masyarakat sekitar, dan bagi pemilik serta pelaksana tugas (Dauly, 2010). Faktor dari kecelakaan kerja pada sebuah konstruksi pada umumnya dapat dibagi menjadi dua macam yaitu perilaku tidak aman (*unsafe act*) dan kondisi tidak aman (*unsafe condition*).

Tindakan tidak aman (*unsafe act*), timbul akibat dari pelaksanaan pekerja yang berbuat tidak sesuai arahan contohnya adalah kurangnya kesadaran dalam penggunaan safety tool, bekerja tidak menggunakan izin surat pelaksanaan dan penggunaan alat yang tidak sewajarnya. Sedangkan *unsafe condition* adalah peristiwa kecelakaan kerja akibat lingkungan kondisi sekitar yang tidak memadai dan tidak mendukung, contoh dari *unsafe condition* adalah lampu penerangan yang tidak mencukupi kebutuhan, alat peraga lalu lintas yang kurang standar, tidak adanya pagar pelindung dan pengaman, struktur penguat bangunan sementara yang dibuat tidak stabil (Bhaskara, 2017).

Dalam akibatnya kecelakaan kerja tentunya akan menghambat produktifitas, dengan dihentikannya sementara waktu pembangunan. Bagi pihak kontraktor sendiri tentunya akan menyebabkan *cost* karena harus menanggung beberapa akomodasi dan lebih parahnya lagi dapat dilakukan *black list* oleh instansi terkait akibat adanya kecelakaan kerja. Dalam penelitian Achmad Alberni (2020), disebutkan bahwa salah satu kecelakaan yang menjadi sorotan dalam Keamanan kerja saat ini adalah pekerjaan diketinggian, *bar bending* dan *bar cutter*. Banyak faktor yang menyebabkan kecelakaan kerja pada pekerjaan ini diantaranya adalah faktor fisik dan kurangnya pengetahuan SOP.

Pekerjaan konstruksi memiliki resiko yang cukup tinggi, Wiradikusumah (2007). Pekerjaan konstruksi paling berbahaya adalah pekerjaan yang dilakukan pada ketinggian dan pekerjaan yang dilakukan pada area galian. Resiko kecelakaan lain yang memiliki nilai prosentase tertinggi adalah *lifting* material yang menggunakan crane, *steel fixing* dan *formwork instalation*. OSHA menyatakan bahwa kecelakaan kerja yang sering terjadi pada konstruksi diantaranya terjatuh

dengan prosentase 43,9%, tertimpa material sebesar 25,7%, terjepit dengan prosentase 10% dan kecelakaan ME sebesar 6,1%.

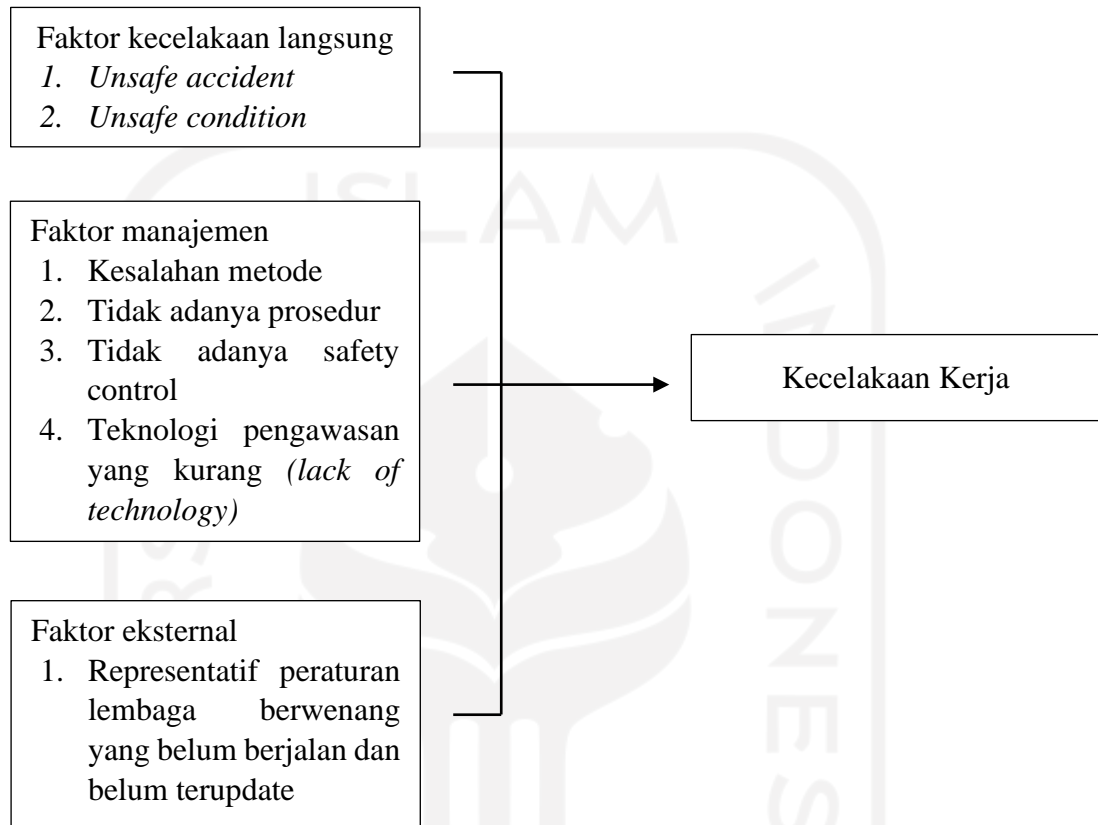
3.3.2 Faktor-Faktor Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja dewasa ini bukan hanya sebatas pada *unsafe accident* dan *condition* namun kecelakaan kerja juga menyangkut mengenai manajemen dan pengelolaan K3. *Unsafe accident*, *unsafe condition* dan juga pengelolaan K3 menjadi segitiga faktor kecelakaan kerja yang paling banyak terjadi pada pembangunan konstruksi saat ini. Teori mengenai faktor kecelakaan kerja seiring waktu terus berkembang, dari teori domino diketahui bahwa tindakan tidak aman dan kondisi tidak aman berperan besar dalam sebuah kecelakaan dimana hampir prosentasenya hampir mencapai 90%, teori domino menyatakan bahwa faktor utama tersebut harus dihilangkan minimal diantisipasi agar tidak menjadi serangkaian kecelakaan kerja. Pada teori faktor terjadinya kecelakaan ini, faktor utama dalam kecelakaan kerja dipegang oleh *human* atau manusia. manusia dianggap menjadi faktor utama dikarenakan memiliki sifat individu dari dalam dirinya sendiri untuk melakukan kecelakaan, sifat manusia tersebut kemudian akan berkembang ke level yang lebih tinggi apabila tidak dilakukan kontrol (Endroyo, 2007).

Sama halnya dengan teori domino, teori birds juga menambahkan faktor kecelakaan kerja yaitu: manajemen, sumber penyebab dasar, gejala, kontak, dan terakhir adalah kerugian. dengan pandangan bahwa suatu kecelakaan kerja dapat untuk diperbaiki dengan memulai manajemen yang baik dan praktik penerapan aturan pada lingkungan kerja (Endroyo, 2007). Dalam teori ini kondisi *unsafe act* dan *unsafe condition* masih menjadi faktor utama kecelakaan kerja secara langsung dari ketidak sempurnaan penerapan manajemen pada lingkungan proyek.

Beberapa teori besar dari faktor penyebab kecelakaan kerja ternyata masih melupakan aspek prosedur kerja yang terintegritas. Prosedur kerja yang terintegritas menjadi faktor utama penerapan peraturan dilapangan. Hipotesis selanjutnya adalah adanya pekerja yang memiliki pengetahuan yang kurang akan adanya prosedur dan K3. Dalam penelitian Fitri Sari, (2021), menyebutkan bahwa mayoritas pekerja konstruksi kurang memahami peraturan K3 dengan prosentase

sebanyak 36%, dan 80% pekerja lainnya melakukan tindakan yang tidak aman dalam bekerja. Secara visual faktor penyebab kecelakaan kerja dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



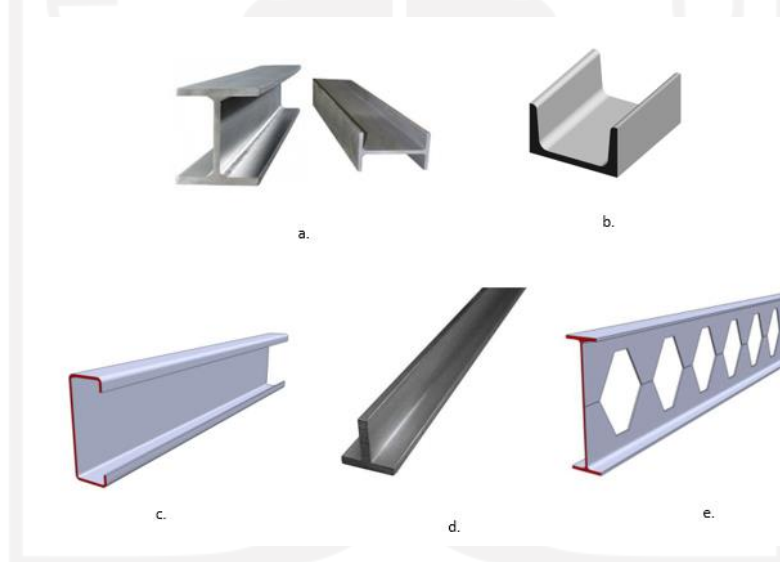
Gambar 3.1 Bagan faktor kecelakaan kerja

3.4 Karakteristik Struktur Baja

Struktur baja adalah sebuah struktur logam yang saling menyambung dan mengikat yang digunakan untuk memikul suatu beban yang diberikan. Pekerjaan struktur baja didasarkan pada SNI 1729-2020 terdapat beberapa jenis baja yang biasa digunakan diantaranya adalah

1. *Wide flange*/WF, jenis material baja yang memiliki *flange*/sayap digunakan pada struktur utama diantaranya tiang pancang, *top* dan *bottom chord*, kantilever, dan kolom struktur. Baja *wide flange* ini digunakan untuk struktur utama karena memiliki kekuatan pada bagian sayap.

2. Baja UNP adalah baja yang memiliki bentuk U, sifat dari baja UNP ini tidak sekaku baja tipe *Wide flange* yang digunakan untuk grit body horisontal pada masing kolom.
3. Baja CNP baja jenis ini merupakan baja yang digunakan dalam kaitannya dengan penopang baja pada atap dan juga digunakan sebagai rangka dalam membentuk komponen.
4. Baja *T-beam* salah satu bagian struktur baja yang berfungsi sebagai load bearing yang ditujukan dalam melawan tegangan tekan dan tegangan tarik pada arah X dan Y.
5. Baja modifikasi, baja modifikasi ini biasanya digunakan pada pekerjaan yang memerlukan perlakuan khusus, seperti beban dan bentang serta keadaan lingkungan penkerjaan beton.



Gambar 3.2 a) baja *wide flange*, b) baja UNP, c) baja CNP, d) baja *t-beam*, e) baja modifikasi

Struktur baja menjadi salah satu alternatif dari pembangunan konstruksi, pembangunan baja paling banyak dilakukan pada bentang panjang yang tanpa menggunakan penyangga pada bagian tengah sehingga pada pembangunan gedung struktur baja tersebut akan terlihat luas dan akan mengurangi halang rintang pada bagian bawahnya. Struktur baja memiliki keistimewaan juga pada kuat tekan dan tarik yang dapat menumpu tekanan tinggi dan pekerjaan yang akan lebih cepat.

Karakteristik lain yang ditemui dalam material baja selain kekuatan, baja juga memiliki karakteristik seperti

1. Kekuatan (*ductility*)

Kemampuan baja menahan deformasi atau perubahan bentuk per satuan panjang

2. Kekerasan (*hardness*)

Ketahanan material dalam menahan gaya hingga suatu material dapat menembus baja.

3. Keuletan (*ductibility*)

Kemampuan material dalam menahan deformasi ketika di ditarik.

4. Sifat korosi yang sedang hingga tinggi.

Dibalik banyaknya segi positif dari penggunaan baja tentunya terdapat kekurangan dari struktur baja diantaranya adalah berat jenis yang sangat besar, bentuk yang sangat kaku dan dikerjakan dengan alat yang khusus. Berat baja yang digunakan dalam pembangunan akan menyesuaikan dengan ukuran baja dan bentang yang digunakan. Semakin besar baja yang digunakan dalam pembangunan maka tantangan manajemen keselamatan kerja tersebut akan semakin tinggi.

Pekerjaan baja memiliki beberapa tahapan dalam pelaksanaannya. Pelaksanaan dalam pembangunan baja terdiri dari :

1. Pekerjaan pabrikasi (pemotongan dan pengelasan)

Pabrikasi baja dilakukan dengan menggunakan sistem on site maupun dilakukan diluar site pekerjaan. Pekerjaan pabrikasi dilakukan dengan cara memotong besi mentahan yang biasanya memiliki ukuran panjang 12 meter. Dalam tahap ini dilakukan pemotongan dan penyambungan baja menggunakan alat blander dan gerindra. Terdapat 2 teknik dalam pemotongan baja diantaranya adalah dengan memberikan panas hingga mencapai batas titik leleh dan cara yang kedua adalah dengan melakukan cutting menggunakan alat gerinda besar. Namun pada umumnya untuk memotong baja IWF berukuran besar adalah dengan menggunakan alat *blender* bersuhu panas.

2. Pekerjaan *loading* baja

Berat baja dalam pengaplisan dilapangan bervariasi, untuk berat baja berukuran kecil yang biasa digunakan dalam struktur IWF 150 dan IWF 100

beratnya mencapai 180 kg dengan panjang 12 meter. Sedangkan untuk baja berukuran besar (IWF 500) memiliki berat mencapai 1 ton berdasarkan tabel . Loading baja yang memiliki berat besar tersebut tentunya akan menciderai fisik pekerja apabila diangkut secara manual. Proses *loading* dari pekerjaan baja biasa dilakukan dengan minimal menggunakan alat katrol dan penyangga segitiga apabila digunakan untuk bangunan dengan luasan tidak besar, sedangkan untuk luasan yang besar dan elevasi yang tinggi akan memerlukan alat berat berupa *mobile crane*.

3. Pekerjaan struktur angkur

Angkur merupakan tahanan baja yang berfungsi untuk menyatukan dua elemen struktur. Pada SNI 2847-2019 angkur adalah elemen baja yang ditanamkan dalam beton, dapat ditempatkan sebelum dicor (*cast in place*) atau dipasang setelah pengecoran (*post installed*) yang berfungsi sebagai penghubung beban tekan dan tarik komponen struktur atas dengan komponen struktur bawah. Dengan ukuran bervariasi dari 45 cm- 230 cm dan diameter 6-20 mm.

4. Pekerjaan *erection* baja

Erection baja merupakan tahap perangkaian seluruh elemen struktur baja. Pekerjaan *erection* ini merupakan pekerjaan riskan karena menggabungkan efektifitas alat berat dan pekerjaan fisik diatas ketinggian. Pekerjaan *erection* dilakukan dengan menggabungkan rangka struktur baja yang telah dibuat sebelumnya pada mur baut yang telah ditetapkan dengan kekuatan putaran jumlah ring baut sesuai ketentuan.

5. Pekerjaan *coating*

Pekerjaan *coating* merupakan pekerjaan pemberian lapisan luar baja. *Coating* biasanya terdiri dari beberapa tahapan dengan minimal *coating* pada baja dilakukan sebanyak 3 kali. Tahapan yang pertama adalah lapisan cat dasar (*base coating*) digunakan untuk menghilangkan bekas karatan yang sebelumnya telah ada. Lapisan kedua merupakan lapisan warna utama dari baja. Sedangkan ditahap terakhir *coating* yang digunakan menggunakan bahan *zincromate* yaitu lapisan anti karat agar warna baja tidak mengelupas dan berkarat dengan rentang waktu perlindungan minimal 10 tahun.

Pada pembangunan struktur baja yang dilakukan ketinggian elevasi bangunan menjadi hal yang perlu diperhatikan oleh Tim lapangan. Pemasangan struktur baja yang paling riskan juga bukan hanya ketika dalam pelaksanaan *erection* diketinggian, namun juga dapat terjadi ketika proses pabrikasi seperti halnya ketika dalam proses *bar cutter*, dan proses *loading* tentunya pekerja perlu untuk memerhatikan hal tersebut.

3.5 Pekerjaan Beresiko Pada Ketinggian

Menurut Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No.9 Tahun 2016 tentang Keselamatan dan Kesehatan kerja (K3) Bekerja di Ketinggian bab 1 Pasal 1 ayat 2, "*Bekerja pada Ketinggian adalah kegiatan atau aktivitas pekerjaan yang dilakukan oleh Tenaga Kerja pada Tempat Kerja di permukaan tanah atau perairan yang terdapat perbedaan ketinggian dan memiliki potensi jatuh yang menyebabkan Tenaga Kerja atau orang lain yang berada di Tempat Kerja cedera atau meninggal dunia atau menyebabkan kerusakan harta benda.*"

Dikutip dari penelitian Mahendra, R (2015), resiko kerja di ketinggian yang paling sering adalah jatuh dari ketinggian. Jatuh dari ketinggian memiliki resiko yang sangat besar yang dapat terjadi pada pekerja yang melaksanakan kegiatan konstruksi dimana dapat mengakibatkan cacat dan kematian.

Dalam PERMENAKER No 9 tahun 2016 tidak dijelaskan mengenai berapa batas minimum pekerjaan sehingga disebut lokasi tersebut tinggi, namun hanya disebutkan bahwa segala bentuk pekerjaan yang berada diatas tanah yang bersifat membahayakan fisik dan nyawa disebut ketinggian. Namun beberapa kontraktor yang berpegang pada ISO 3100 seperti halnya Adhi Karya menyebutkan bahwa pekerjaan di ketinggian adalah pekerjaan yang memiliki elevasi setinggi 1,8 meter dari elevasi nol suatu bangunan.

Masalah-masalah fatal yang terjadi pada pekerjaan di ketinggian dikutip dari halaman *Quality System* Indonesia terdiri dari beberapa hal, diantaranya:

1. Jatuh dari scaffolding, tangga dan vehicles
2. Jatuh ketika berada pada pekerjaan atap
3. Tetimpa material yang baru dilaksanakan proses loading
4. Jatuh ketika proses erection

Dalam praktik dilapangan ditemukan fakta bahwasannya jarang sekali digunakan perangkat pelindung jatuh, pencegah jatuh dan penahan jatuh yang relevan dengan peraturan pada PERMEN No 9 Tahun 2016. Data dari badan ketenaga kerjaan data pada triwulan II tahun 2020 tercatat sekitar 3174 kasus kecelakaan kerja dengan berbagai kasus yang terjadi dengan salah satu penyebab kecelakaan tersebut adalah jatuh dari ketinggian.

3.6 Penerapan Keselamatan Kerja

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) dan Organisasi Perburuhan Internasional (ILO) telah berbagi definisi umum tentang kesehatan kerja. Definisi itu berbunyi: “Kesehatan kerja harus ditujukan pada: kemajuan dan pemeliharaan tingkat kenyamanan fisik, mental, dan sosial tertinggi dari semua karyawan profesi”.

Penerapan keselamatan kerja konstruksi memiliki peranan penting bagi sebuah perusahaan. Penerapan keselamatan kerja memerlukan bagan organisasi yang memetakan alur keselamatan kerja termasuk didalamnya bertanggung jawab untuk mengawasi serangkaian pelaksanaan keselamatan kerja. Gidion Alfert Bole (2019), penerapan keselamatan kerja dapat berjalan apabila terdapat sistem kerja dari sejumlah pihak yang terkait dalam proyek konstruksi dimulai dari pemilik kerja (owner), kontraktor maupun pengawas.

Penerapan keselamatan dan kesehatan kerja tentunya memerlukan pihak yang berkepentingan dan relevan. Seluruh pekerja pada setiap tingkatan merupakan inti dari suatu peraturan K3 namun pihak yang memiliki kepentingan lainnya juga relevan dengan K3 seperti halnya regulator, konsultan, dan komunitas. Penerapan keselamatan kerja menjadi bagian dari *sytem management* yang mencakup spektrum tindakan keselamatan yang luas dimulai dari perencanaan, pengembangan dan pelakasannan.

Pelaksanaan penerapan keselamatan kerja tergantung akan faktor motivasi. Minhal (2015), Faktor motivasi penerapan keselamatan kerja dikategorikan dalam 5 kelas didasarkan pada :

1. Komitmen manajemen keselamatan kerja
2. Profil kompetensi personel proyek
3. Iklim keselamatan kerja

4. Komunikasi antar manajemen
5. Pedoman pelaksanaan, Dalam hal ini berkaitan dengan insiden-insiden yang akan ditemui dalam pekerjaan konstruksi, pedoman berisi pemetaan ketegori tingkat *safety* dengan dilengkapi prosedur yang dapat dipahami oleh seluruh staff.

Perusahaan konstruksi dewasa ini harus memiliki manajer keselamatan yang bertanggung jawab pada seluruh lingkup pengembangan keselamatan kerja. Dalam penelitian Bhaskara (2017), implementasi peranan manejer keselamatan tersebut dapat dicerminkan dengan tindakan sebagai berikut:

1. Mengadakan pemeriksaan keselamatan kerja
2. Memeriksa jalannya pekerjaan konstruksi, pemeriksaan ini bukan hanya pada pekerja dilapangan namun juga berlaku pada *staff intern*
3. Mengadakan pelatihan keselamatan kerja
4. Menganalisis potensi bahaya
5. Menginvestigasi kasus kecelakaan kerja

Pernyataan mengenai tugas dan tanggung jawab manajer keselamatan tersebut berjalan lurus dengan pernyataan Nicole S.N. Yiu dan Daniel (2019), bahwa komunikasi antar manajemen, manajer keselamatan dan pekerja, dapat ditingkatkan dengan manajemen yang baik dan komitmen yang baik.

3.6.1 *Quality Health safety and environment (HSE)*

QHSE adalah Bagian dari sistem perusahaan yang memegang wewenang dalam mengatasi, meminimalisir kecelakaan kerja, dan memastikan kualitas dalam penerapan peraturan maupun kualitas pelaksanaan pekerjaan. QHSE menjadi strategi dalam mengintegrasikan berbagai peraturan terutama OHSAS. Dalam purwanti (2016), pelaksanaan health safety and enfirotment terbilang sulit untuk dilakukan apabila manajemen yang digunakan masih terpisah. Sehingga QHSE menjadi sistem yang didalamnya terdapat keselamatan kerja, penyusunan SOP/peraturan, JSA, dan Assesment management. Peranan QHSE didalamnya menyangkut keselamatan kerja yang dibagi kedalam indikator *lagging* dan *leading* (Afuaniyah, 2015). *Lagging* adalah sebuah angka pencapaian yang menggambarkan indikator hasil pencapaian penerapan keselamatan kerja, dimana didalamnya

memuat poin-poin keberhasilan dan kegagalan. Sedangkan *leading* adalah indikator yang digunakan dalam menyampaikan pencapaian seluruh program yang telah disusun oleh perusahaan.

Frekuensi pelaksanaan program keselamatan yang dilakukan terdiri dari beberapa hal tersebut bertujuan untuk menciptakan *zero accident* pada pelaksanaan lapangan. Weil (2001), berpendapat bahwa penyediaan kesehatan, keselamatan dan konservasi lingkungan yang mengacu pada peraturan merupakan aset dan nilai tambahan suatu organisasi kelompok kesehatan. Dari pernyataan tersebut, diketahui bahwa QHSE bukan hanya akan mengawasi sebuah proses keselamatan kerja namun akan menjadi nilai tambah apabila mampu mengimplementasikan kemandirian observasi lingkungan sekitar dengan membuat sebuah lingkungan kerja yang kondusif serta memiliki kualitas mutu pekerja yang baik dibuktikan dengan pengujian uji laboratorium. Dalam peranan bidang HSE setiap proyek memiliki kondisi lingkungan dan fisik yang berbeda, perbedaan tersebut membuat sebuah proyek konstruksi memiliki keunikan tersendiri, sehingga memiliki tantangan bagi setiap pemangku jabatan konstruksi dan seharusnya dapat menjadi perhatian untuk membuat pedoman dan peraturan menyesuaikan keadaan.

3.6.2 Pedoman pelaksanaan kerja konstruksi

Pedoman pelaksanaan kerja konstruksi secara umum memiliki 2 acuan, yaitu acuan peraturan berstandar internasional dan nasional. Peraturan tersebut memiliki kedudukannya sendiri namun memiliki tujuan yang sama yaitu menjaga kesejahteraan, keamanan dan keadilan bagi para pekerja yang terlibat didalamnya. Pedoman pelaksanaan konstruksi diantaranya adalah sebagai berikut:

1. UU No 1 Tahun 1970 berisi mengenai keselamatan kerja
2. UU No 28 Tahun 2002 tentang keselamatan kerja bangunan gedung
3. PP No 50 tahun 2012 mengenai penerapan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja
4. UU no 2 tahun 2017 mengenai jasa konstruksi dalam penjaminan keselamatan kerja
5. SE. MEN PUPR. No. 11/SE/M tahun 2019 mengenai biaya K3
6. Permen PUPR no 21/PRT/M tahun 2019 tentang sistem manajemen K3, kepemimpinan dan evaluasi K3

Selain peraturan dalam negeri terdapat beberapa peraturan internasional yang menjadi acuan dalam pelaksanaan K3 di Indonesia terdapat peraturan ISO dan juga OHSAS. Peraturan yang paling baru terbit adalah ISO 45001 tahun 2018, ISO 2018 ini mewajibkan perusahaan yang masih menerapkan OHSAS 18001 untuk beralih ke peraturan terbaru tersebut dengan tenggat waktu selama 3 tahun. ISO 45001 mengandung beberapa perbedaan diantaranya adalah fungsi kepemimpinan proyek yang lebih kuat dalam program K3 bukan hanya sekedar manajer K3. Dalam ISO 45001 menjadi penyempurnaan OHSAS 18001 dengan didalamnya menambahkan mengenai pengendalian resiko dan identifikasinya. Walaupun sama menerapkan *organization and it's context* namun pada ISO 45001 menambahkan pertimbangan proses, isu external dan internal dari sebuah manajemen K3.

Pedoman pelaksanaan K3 yang dianut tentunya telah berdasarkan keadaan pada suatu negara dengan relevansi pekerjaannya. Pedoman-pedoman yang digunakan tersebut tidak akan berjalan dengan lancar, diperlukannya inovasi berupa teknologi karena mengingat suatu pekerjaan proyek yang dilaksanakan pada sebuah lokasi memiliki luasan dan memiliki keunikan tersendiri sehingga memerlukan inovasi dan teknologi untuk membantu menerapkan dan membantu mengimplementasikan pedoman yang telah disusun yang kemudian dikembangkan untuk dievaluasi.

3.7 Penerapan Teknologi Dalam Pengawasan K3

Teknologi adalah seluruh rangkaian sarana yang digunakan untuk mempermudah mengontrol dan mempercepat pekerjaan (Permatasari, 2021). Perlunya bidang konstruksi melakukan pengawasan memaksa *top management* untuk membentuk sebuah tim khusus yang terdiri dari beberapa orang untuk melakukan pengawasan dan pengendalian K3. Pekerjaan konstruksi terkadang memiliki target yang sangat tinggi, secara waktu, kualitas dan bahan. Dalam 1 hari bekerja suatu proyek konstruksi dapat berjalan dalam waktu lebih dari 12 jam. Data KEMENKER 2018 menyebutkan bahwa tenaga kerja K3 masih sangat kurang dengan tercatat seluruh pengawas K3 di Indonesia berjumlah 2.676 orang yang bertugas aktif mengawasi 268.

Dalam UU no 1 tahun 1970 disebutkan bahwa dalam sebuah proyek yang memperkerjakan 100 orang wajib memiliki 1 pengawas ahli utama K3, jumlah

tersebut tentunya tidak mencukupi dan pengawasan tidak akan berjalan dengan baik dan merata pada seluruh lingkungan kerja.

Pemilihan hirarki pengendalian menggunakan sebuah teknologi, memberikan manfaat secara efektif dan efisien sehingga nantinya resiko akan menurun dan menjadikan resiko tersebut dapat diterima (*acceptable risk*) bagi suatu organisasi. Penggunaan teknologi tentunya memiliki nilai positif disamping juga dapat menekan biaya operasional, penggunaan teknologi juga dapat meningkatkan ketelitian pengawasan karena akan meminimalisir daerah penglihatan *blind spot* atau titik buta yang tidak mampu dijangkau penglihatan manusia. Contohnya adalah pada pekerjaan ketinggian. Titik *blind spot* tersebut terletak pada, tidak terlihatnya penggunaan alat pelindung diri yang sesuai dengan aturan, serta tidak terlihatnya daerah rawan kecelakaan kerja. Namun nilai positif penggunaan teknologi tersebut tentunya memerlukan sebuah sumber daya manusia yang telah melakukan pelatihan dan memiliki jam terbang yang tinggi dalam memanfaatkan teknologi tersebut.

3.8 Teknologi Drone

Drone adalah sebuah piranti teknologi alat terbang yang mampu beroperasi tanpa awak dan dapat dikendalikan jarak jauh. *Drone* atau UAV pada perkembangan zaman ini banyak memanfaatkan *drone/UAV* untuk membantu meringankan pekerjaan manusia. Orang-orang saat ini banyak menggunakan *drone* untuk pengawasan pdan pemantauan kebakaran, foto udara, dan pencarian korban bencana, kemudahan *drone* atau UAV ini juga bisa dikendalikan secara manual maupun secara otomatis (Darmawan, 2020).



Gambar 3.3 Piranti *Drone*
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Tabel 3.1 Kategori UAV internasional

no	kategori	Berat (kg)	Jangkauan (km)	Tinggi terbang (m)	Lama terbang (jam)
1	Mikro	<5	<10	250	1
2	Mini	30, 150, <250	<10	150,250,350	<2
3	Jangkauan sempit	25-150	10-30	3000	2-4
4	Jangkauan menengah	50-250	30-70	3000	3-6
5	Jangkauan jauh	>250	>70	>3000	>6

Sumber: Ahmad, 2011

Secara umum *drone* yang ada pada pasaran adalah kategori mikro dan mini dengan ukuran yang tidak terlalu besar, dengan tipe multicoper dan fixed wing. Pengoperasian *Drone* telah diatur dalam peraturan perundangan NO 90 tahun 2015 dimana *drone* tidak boleh dioperasikan pada kawasan-kawasan tertentu diantaranya kawasan udara terlarang (objek vital negara), kawasan udara terbatas (perbatasan negara atau danau dan laut), kawasan operasi penerbangan (bandara, lokasi pelatihan pesawat). Berikut kelemahan dan kekurangan piranti *drone* dalam pemanfaatan kegiatan.

Beberapa *drone* saat ini juga dilengkapi kamera dengan resolusi yreang tinggi dengan mode pengambilan video yang telah mencapai 4K-8K berkecepatan 60 fps. Kualitas kamera *drone* yang dapat digunakan untuk pengambilan gambar berada pada angka 12-64 Mp, dengan acuan untuk sebuah pemetaan berada pada jarak terbang 2-13 km dengan tinggi 0,5-2 km. Kemampuan *drone* yang ada pada saat ini kemudian menjadi salah satu nilai positif dalam pemanfaatan teknologi termasuk dalam hal kegiatan teknik sipil.

Tabel 3.2 kekurangan dan kelebihan *drone*

no	kelebihan	kekurangan
1	Ukuran yang kecil	Energi/daya yang terbatas
2	Berat yang ringan	Rawan rusak apabila cuaca buruk
3	Kemampuan kontrol jarak jauh, dilengkapi GPS	Kemampuan terbang tergantung sistem yang diberikan
4	Kemampuan merekan dengan resolusi tinggi	Service centre yang sulit ditemui
5	Memiliki kemampuan terbang diatas 100 meter dari tanah	Harga yang tidak murah

3.9 *Standart Operasi Kerja*

Setiap kecelakaan kerja telah memiliki catatan yang dibukukan oleh setiap kontraktor dan setiap lembaga yang menangani. Praduga pertama dari kecelakaan kerja adalah tidak diterimanya peraturan yang berlaku baik yang dikeluarkan oleh pemerintah maupun badan organisasi internasional. Praduga kedua adalah tidak mampunya pelaksanaan peraturan pada pekerjaan di lapangan. Peraturan K3 seperti yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya memiliki beberapa penjabaran yang akan tidak mungkin dilaksanakan seluruhnya apabila tidak disortir berdasarkan kebutuhan.

Standard operation procedur atau biasa disebut SOP merupakan sebuah aturan atau kebijakan yang digunakan secara konsisten dengan tujuan memberi nilai tambah pada sebuah proses yang dilaksanakan pada suatu aktivitas. Menurut maryati dalam Indramahardika (2020), standar kerja adalah perilaku atau hasil minimum yang harus dicapai oleh seluruh karyawan dan pekerja. Indra mahardika (2020), Standar operasi pekerjaan memiliki beberapa ketentuan diantaranya:

1. Tertulis, mudah dipahami, masuk akal dan dapat diterima oleh pekerja
2. Didalamnya terdapat standart stuktur, standart proses dan hasil
3. Beroroentasi pada staf, dan sistem suatu organisasi

Dalam Peraturan Menteri Negara Pendayagunaan Aparatur Negara Nomor: PER/21/M.PAN/11/2008 disebutkan bahwa prinsip-prinsip dari SOP terbagi menjadi prinsip-prinsip penyusunan dan prinsip-prinsip pelaksanaan, dimana penjelasan Prinsip Penyusunan SOP harus memenuhi kriteria sebagai berikut.

1. Kemudahan dan kejelasan. Prosedur-prosedur yang distandarkan harus dapat dengan mudah dimengerti dan diterapkan oleh semua pegawai bahkan seseorang yang baru dalam tugas pelaksanaan.
2. Efisiensi dan efektivitas. Prosedur-prosedur yang distandarkan harus merupakan prosedur yang paling efisien dan efektif dalam proses pelaksanaan tugas.
3. Keselarasan. Prosedur-prosedur yang distandarkan harus selaras dengan prosedur-prosedur standar lain yang terkait.
4. Keterukuran. Output dari prosedur-prosedur yang distandarkan mengandung standar kualitas (mutu) tertentu yang dapat diukur pencapaian keberhasilannya.

SOP menjadi suatu dasar yang dapat digunakan untuk mengawasi sebuah penyimpangan. *Unsafe act* dan *condition* ditandai dengan tidak tepatnya pelaksanaan SOP yang telah ditetapkan, bahkan kecelakaan kerja juga dapat terjadi akibat sebuah perusahaan ataupun proyek konstruksi tidak memiliki standart operasi. SOP yang dapat menjadi akar masalah kecelakaan kerja dapat dimanfaatkan sebagai *quality control* dalam pelaksanaan kerja. Pemanfaatan *quality control* dalam kecelakaan kerja tersebut tercermin dalam 5W + 1H, diantaranya adalah :

1. Siapa yang bertanggung jawab dalam pekerjaan tersebut?
2. Kapan terjadinya kecelakaan kerja?
3. Bagaimana kronologi saat kejadian tersebut?
4. Apakah telah dilakukan pemeriksaan
5. Dimana kejadian tersebut dilaksanakan
6. Kenapa pekerjaan tersebut dilaksanakan?

Dari *control Quality* diatas yang telah disebutkan bahwa SOP dapat menjadi dasar hukum atas terjadinya suatu kecelakaan kerja sehingga dapat menaungi dan melindungi seluruh orang yang terlibat dalam organisasi. SOP dalam dunia konstruksi atau proyek tentunya akan berbeda dengan SOP yang dimiliki oleh perusahaan administrasi lainnya. Dalam Penyusunan SOP ini tentunya akan lebih teknis dan akan mempertimbangkan seluruh resiko yang ada dalam lingkungan proyek konstruksi. Informasi yang digunakan dalam penyusunan SOP konstruksi adalah:

1. Identifikasi *hazard*/bahaya
2. Penilaian resiko
3. Keputusan cara pengendalian resiko
4. Bagaimana dan kapan metode pengendalian diimplementasikan
5. Adanya monitoring dan adanya pengendalian.

Hakekatnya adalah SOP menjadi tanggung jawab manajemen konstruksi dalam mengatasi kecelakaan kerja konstruksi, namun komitmen dalam penerapan manajemen K3 untuk seluruh pekerja menjadi kunci menuju *Zero accident*.

3.10 Resiko bahaya pekerjaan pada bangunan baja

3.10.1 Resiko pekerjaan baja

Bangunan baja selain memiliki kekurangan juga memiliki keistimewaan, keistimewaan tersebut terdapat dalam kekuatan menahan beban tinggi dan bentang yang panjang. Namun baja juga memiliki kelemahan, kelemahan tersebut terdapat pada berat jenis, ketelitian pemasangan, dan banyaknya resiko yang perlu dicermati. Resiko pekerjaan yang dikerjakan dengan struktur baja terdapat pada tahap pabrikasi, pra pabrikasi, *erection*, dan *finishing*. 4 tahapan tersebut tentunya memiliki tingkat resiko yang bermacam-macam. pekerjaan yang paling berbahaya dalam pekerjaan struktur baja tentunya adalah pekerjaan *erection*. Resiko terbesar yang umum ditemui dalam pekerjaan *erection* ini adalah:

1. Pada saat pekerjaan sambungan las resistensi (penyambungan 2 baja), dapat mengakibatkan mata iritasi karena adanya sinar berlebih
2. Pada saat cutting dapat mengakibatkan luka tangan
3. Tertimpa oleh baja ketika *erection*
4. Terjepit oleh baja ketika mobilisasi baja
5. Jatuh dari ketinggian ketika *erection* balok, dan gording
6. *Scaffolding*/perancah sementara robohh

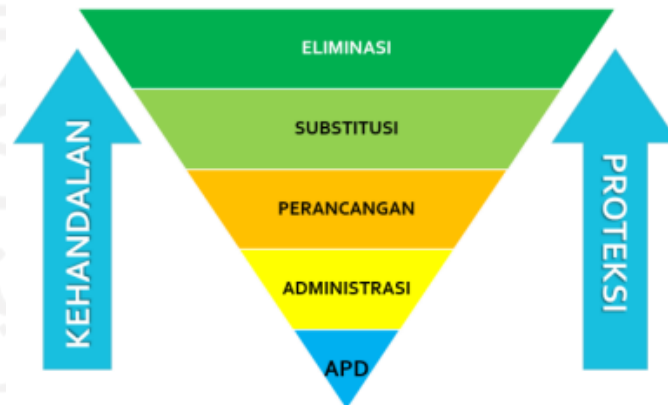
Seluruh pekerjaan struktur baja oleh sebagian orang dianggap sebagai pekerjaan yang mudah namun dalam pekerjaan dilapangan persiapan yang dilakukan harus ekstra, karena didalam pekerjaan baja sendiri juga menggunakan alat yang langsung berhubungan dengan api dan listrik (alat las, *bar cutter*, dll) , serta pada pekerjaan baja juga terdapat pekerjaan beresiko tinggi dengan berat jenis dari bahan penyusun yang sangat tinggi, kemudian terdapat juga penempatan *crane* untuk mobilisasi dan juga pelaksanaan *erection* yang berada pada ketinggian.

3.10.2 Pengendalian Resiko K3

Resiko adalah variasi aktivitas yang tidak dapat ditebak, memiliki efek dan ancaman terhadap suatu pekerjaan, dan akan mempengaruhi keuntungan finansial (Labombang, 2011). Resiko kerja yang tidak dapat diprediksi secara nyata akan mengakibatkan kinerja pekerjaan terganggu dan akan menimbulkan kerugian baik terhadap manusia, waktu, biaya, mesin, dan kualitas. Resiko K3 juga harus diantisipasi karena akibat yang ditimbulkan langsung berhubungan dengan nyawa

pekerja pada kegiatan dilapangan. Rahayu, (2001) mengklasifikasikan resiko keselamatan kerja sebagai resiko murni yang penuh dengan ketidakpastian dan bersifat spekulatif. Metode yang dapat digunakan untuk menangani resiko (Flagnan & Norman, 1993) :

1. *Risk retention* Adalah resiko yang dapat diterima karena kecilnya dampak yang akan datang serta biaya penanganan resiko tersebut kecil
2. *risk reduction* tindakan penanganan resiko dengan melakukan pengurangan resiko. Hal tersebut dilakukan dengan pendidikan dan pelatihan serta penataan manajemen yang baik.
3. *risk transfer* perlakuan terhadap resiko dengan mengalihkan resiko tersebut kepada pihak lain, contohnya adalah memberikan asuransi keselamatan kerja.
4. *risk avoidance* penanganan resiko yang dilakukan dengan cara menolak suatu pekerjaan. Penolakan pekerjaan tersebut dilakukan karena dianggap mempunyai resiko yang sangat tinggi dan akan berpeluang mengalami kerugian. Peraturan ISO 45001 menyatakan bahwa manajemen resiko memiliki hirarki pengendalian yang berfungsi sebagai dasar untuk mengambil keputusan terkait resiko yang akan terjadi (Yufahmi, 2020). Beberapa kelompok hirarki pengendalian tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.4 Hirarki Pengendalian Resiko
(Sumber : Yufahmi, 2020)

Dalam hirarki pengendalian resiko tersebut terdapat 5 kelompok cara mengatasi sebuah resiko. Beberapa pengendalian resiko tersebut diantaranya (Ihsan, 2020) :

1. Eliminasi adalah tindakan pengendalian resiko dengan menghapus resiko tersebut sehingga dampak dari penghapusan resiko tersebut akan mereduksi sumber daya menjadi nol.
2. Substitusi, pengendalian resiko dengan meng-substitusi atau mengganti sumber daya, alat, atau prosedur yang dianggap sangat berbahaya dengan sistem baru yang dianggap mempunyai tingkat resiko rendah.
3. Perancangan, pengendalian dengan merombak sistem (modifikasi) alat dan tempat kerja sehingga nyaman dan aman.
4. Administrasi, pengendalian berupa penataan tata laksana dan prosedur kerja guna dipatuhi oleh seluruh pekerja, seperti halnya penyediaan jadwal *sift*, prosedur kerja, pengecekan kesehatan dan alat.
5. APD, pengendalian akhir berupa penyediaan alat pelindung diri bagi pelindung kerja. APD tersebut diantaranya adalah pelindung kepala, wajah, tangan, tubuh, dan kaki

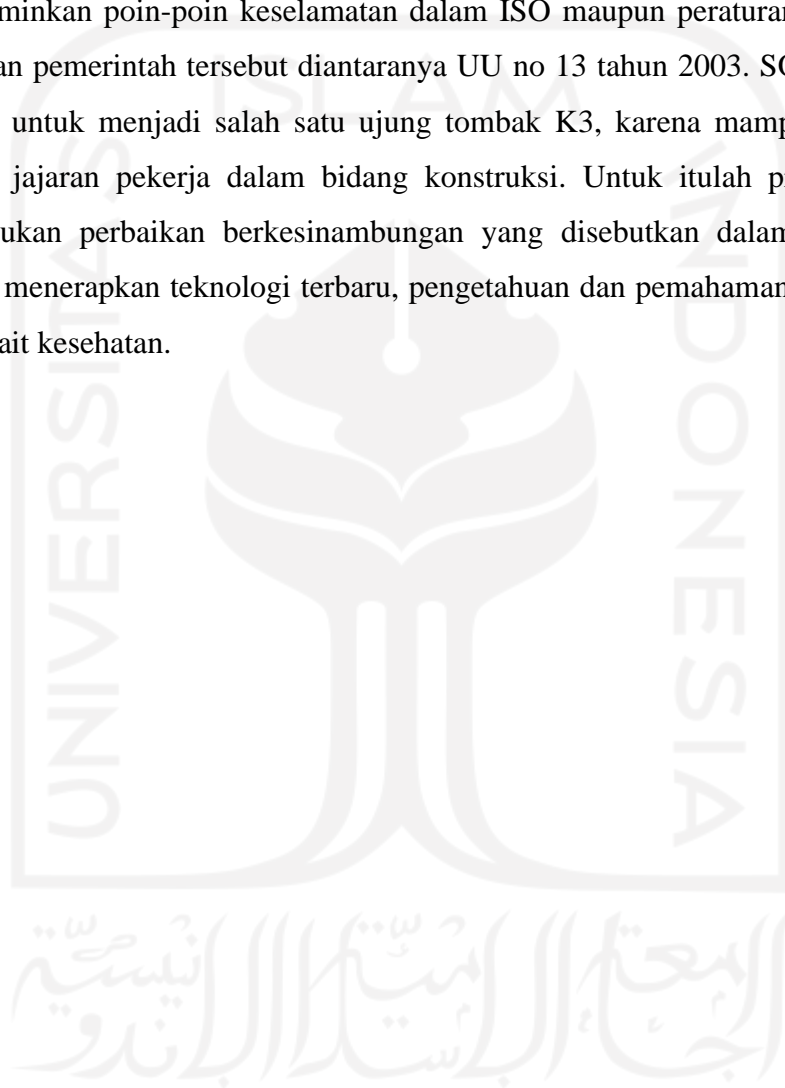
3.11 Hubungan SOP Dengan Keselamatan Kerja

Proses aplikasi sistem manajemen K3 berdasarkan Ramli (2010), dalam bukunya yg berjudul Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja adalah suatu sistem manajemen menggunakan memakai pendekatan PDCA (*Plan-Do-Check-Action*) yang didasarkan pada kegiatan perencanaan, penerapan, pemeriksaan serta tindakan pemugaran. Sistem manajemen K3 akan terus berjalan menerus selama kegiatan organisasi dilaksanakan. Dalam ISO 45001 poin A.7.4 disebutkan bahwa proses komunikasi yang ditetapkan oleh organisasi seharusnya dilaksanakan untuk mengumpulkan dan memperbarui informasi yang relevan terhadap pihak yang bekerja dan berkepentingan. Dalam ISO tersebut diketahui untuk melaksanakan dan mengumpulkan informasi harus memiliki proses yang relevan, diterima dan dapat dimengerti oleh semuanya.

Untuk membuat informasi tersebut maka dibutuhkan rencana untuk pengerahan sumber daya yang ada. Salah satu penyebab kecelakaan kerja adalah situasi kerja dan kesalahan orang Ridley (2006), penyebab tersebut menandakan hirarki dari prosedur kerja belum tercapai, karena prosedur kerja tersebut merupakan awal dari tahap perencanaan yang sangat krusial. Menurut Undang-

Undang No.13 tahun 2003 tentang ketenagakerjaan pasal 87 menyebutkan bahwa setiap perusahaan wajib menerapkan sistem manajemen K3 yang terintegrasi dengan manajemen perusahaan. Dijelaskan dalam ISO 45001 dalam poin A.8.1.2 bahwa hirarki pengendalian dimaksud adalah memberikan pendekatan secara sistematis menghilangkan bahaya dan mengurangi atau mengendalikan resiko.

Prosedur kerja digunakan sebagai rujukan pedoman pertama yang mencerminkan poin-poin keselamatan dalam ISO maupun peraturan pemerintah, peraturan pemerintah tersebut diantaranya UU no 13 tahun 2003. SOP dipandang mampu untuk menjadi salah satu ujung tombak K3, karena mampu merangkul seluruh jajaran pekerja dalam bidang konstruksi. Untuk itulah prosedur kerja memerlukan perbaikan berkesinambungan yang disebutkan dalam ISO 45001 dengan menerapkan teknologi terbaru, pengetahuan dan pemahaman baru tentang isu terkait kesehatan.



BAB IV

METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah serangkaian proses yang akan digunakan dalam penelitian ini. Terdiri dari beberapa sub bab untuk menjelaskan proses penelitian hingga akhirnya dapat terbentuk prosedur kerja dan sistem pengawasan yang baik.

4.1 Jenis Penelitian

Metode penelitian adalah sistematis langkah yang digunakan untuk mencari data yang mempunyai substansi kesamaan dengan permasalahan yang kemudian diolah untuk memberikan solusi dan jawaban dari permasalahan (Anggiani, 2015). Permasalahan yang diangkat dalam metode penelitian memiliki sensitifitas dan memiliki suatu sub penyelesaian dengan cara mengumpulkan data dengan harapan dapat menyampaikan informasi dan menjawab rumusan masalah.

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif dan memodelkan sistem yang terintegritas, dengan bantuan teknologi. Bantuan teknologi yang digunakan adalah dengan *drone*. Topik utama yang diangkat adalah *Standart operating system* pada pekerjaan struktur baja. Penelitian deskriptif dipilih dan digunakan pada penelitian ini dikarenakan pendekatan ini digunakan untuk menjelaskan dan menggambarkan fakta secara aktual dengan hubungan antara objek dan subjek yang akan diteliti. Metode penelitian kualitatif adalah metode yang digunakan untuk mempelajari kondisi obyek alamiah, dimana peneliti adalah sebagai instrumen utama, teknik pengumpulan data dilakukan secara triangulasi, bersifat induktif dan lebih menekankan pada tujuan (Sugiyono, 2012).

Penjabaran dalam penelitian prosedur kerja struktur baja diambil melalui wawancara dengan *chip senior* HSE sedangkan pemodelan prosedur dilakukan melakukan evaluasi langsung. Sudut pandang lain untuk mendukung penelitian ini dibantu menggunakan literatur penelitian terdahulu yang relevan.

4.2 Objek Dan Subjek Penelitian

Penelitian dalam hal ini memiliki tujuan yang nanti dapat dimanfaatkan dan dikembangkan. Objek penelitian merupakan sesuatu yang menjadi fokus dari suatu

penelitian, objek penelitian juga dikaitkan dengan sasaran penelitian yang akan dituju (Sugiyono, 2012). Dari penjelasan mengenai pengertian tersebut maka dalam penelitian ini objek penelitian adalah prosedur kerja dan pengawasan kondisi *unsafe accident* dan *condt* pada pembangunan struktur baja. Subjek penelitian adalah bahasan dalam suatu penelitian dengan didalamnya terdapat informasi dan narasumber, benda dan tempat yang dibutuhkan untuk pengumpulan data. Untuk hal tersebut maka subjek dalam penelitian ini adalah area pekerjaan struktur baja *breeding farm*.

4.3 Data Penelitian

Informasi yang berisikan seluruh fakta baik kalimat, angka, rumus dan hasil wawancara serta observasi dianggap sebagai bagian dari data (Rahmadi, 2011). Data penelitian primer didapatkan dari pengamatan langsung dilapangan. Pengamatan langsung dilapangan dibantu menggunakan alat *drone* dan beberapa piranti pengambil foto lain yang akan digunakan dalam penilaian dan untuk mengetahui resiko secara real. Untuk lebih spesifik dalam penelitian ini data primer menggunakan sistem wawancara mendalam kepada *expert* narasumber K3 mengenai kegiatan pemasangan dan *erection* struktur baja. Selanjutnya Untuk mengetahui resiko yang sering terjadi pada pekerjaan struktur baja maka digunakan beberapa jurnal dan penelitian terdahulu yang relevan, namun apabila jurnal tidak mencukupi maka resiko dalam pekerjaan baja akan dibuat draft untuk diajukan kepada ahli K3. Data penelitian yang terkumpul kemudian akan diolah untuk menjadikannya sebuah prosedur kerja yang layak untuk diterapkan berdasarkan penilaian ahli dan aturan terkait. Sedangkan data sekunder dalam penelitian ini berupa literatur penelitian yang , peraturan ISO, OHSAS dan regulasi Pemerintahan Indonesia yang mengatur tentang keselamatan kerja.

4.4 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian didefinisikan sebagai alat yang digunakan untuk memperoleh atau mengumpulkan data guna memecahkan masalah penelitian dan mencapai tujuan penelitian (Sukaryana, 2003). Instrumen penelitian merupakan alat yang digunakan untuk mendapatkan dan mengumpulkan data penelitian dengan tetap berpatokan pada kriteria pembuatan penelitian yang baik, (Arifin, 2014).

Instrumen dalam penelitian yang menggunakan metode deskriptif kualitatif memerlukan pemahaman yang tinggi dengan wawasan yang cukup untuk mengembangkan informasi. Informasi kualitatif tersebut dilakukan dengan menggunakan cara wawancara mendalam dengan beberapa topik dan juga pokok bahasan yang telah ditentukan. Dalam instrumen penelitian ini dilakukan dengan pola penelitian pengamatan, wawancara *in depth interview* dan juga form pengawasan penggunaan *drone*. *Indepth interview* adalah sebuah penelitian kualitatif yang didalamnya banyak digunakan improvisasi untuk menggali sebuah jawaban yang diharapkan. Wawancara *in depth interview* memerlukan topik garis besar yang akan diajukan kepada narasumber dalam menggali informasi.

Kategori pertanyaan yang diajukan terdiri dari beberapa hal, yang dianggap dapat menjadi pemicu, untuk menyelesaikan masalah dan mencapai tujuan penelitian, yaitu membuat prosedur yang terupdate dalam pekerjaan struktur baja. Instrumen lain penelitian ini adalah penggunaan teknologi *drone* untuk memantau pengawasan keselamatan kerja dalam pekerjaan struktur baja, yang berkaitan dengan keefisiensinya. Beberapa topik tersebut digunakan dalam mencapai tujuan berupa pembuatan rekomendasi prosedur kerja serta digunakan untuk membuat rekayasa pengawasan pembangunan struktur baja menggunakan *drone*.

4.5 Tahap Penelitian

Penelitian adalah kegiatan mencari fakta-fakta ilmiah dalam kasus tertentu yang nantinya dapat menjawab dan meningkatkan ilmu pengetahuan dalam kasus dan bidang tertentu (Margono,1997). Untuk menemukan fakta ilmiah tersebut tentunya memerlukan tahapan penelitian. Dalam penelitian ini tahapan penelitian yang dilakukan adalah:

1. Merumuskan masalah dan tujuan penelitian

Rumusan masalah menjadi awal menjadi hal pertama yang dapat digunakan untuk menentukan topik penelitian. Rumusan masalah tercipta dari keresahan peneliti akan kekurangan pada suatu kasus tertentu, rumusan tersebut kemudian dikerucutkan pada tujuan penelitian yang spesifik. Rumusan pada penelitian ini adalah pembuatan prosedur kerja pekerjaan konstruksi baja dan metode pengawasan konstruksi baja menggunakan piranti *drone*.

2. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan pengamatan langsung di lapangan untuk melihat kebiasaan pekerja, kondisi bahaya, dan lingkungan kerja, sehingga diketahui resiko pekerjaan struktur baja. Selain pengumpulan data berdasarkan observasi lapangan, juga dilakukan pengumpulan data melalui literatur dan penelitian terdahulu.

3. Pembuatan *draft* SOP

Pembuatan *draft* SOP pekerjaan struktur baja dibuat dengan terintegrasi pada keselamatan kerja yang pada bagian isinya memiliki resiko kerja. *Draft* SOP tersebut kemudian di rangkum dalam diagram alir yang menunjukkan arah prosedur kerja pada konstruksi struktur baja yang didalamnya terdapat langkah kerja pekerjaan, kondisi berbahaya, penyebab, akibat, penanggung jawab pekerjaan, identifikasi kejadian kerja, identifikasi pelaksanaan pengawasan dan bagaimana cara penanggulangan sebuah kejadian, output penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar 4.1.

4. Pembuatan sistem pelaksanaan dan pengawasan keselamatan dengan *drone*,

Selanjutnya disusun mengenai standart pengawasan yang baik untuk diterapkan pada suatu pembangunan dengan piranti pemanfaatan alat *drone*. Pembuatan sistem *drone* didasarkan pada beberapa poin diantaranya resolusi, tinggi minimal, halangan sinyal *drone*, dan luasan lingkup pekerjaan, berdasarkan trial and error yang dilaksanakan dilapangan. Apabila sistem pengawasan dan pelaksanaan dapat diterima dan dapat diterapkan dilapangan maka tahap selanjutnya adalah pembahasan.

5. Konfirmasi kebenaran *Draft* SOP

Draft SOP yang telah dibuat tentunya memerlukan *approve* dari pihak yang telah memiliki pengalaman. *Draft* SOP yang telah dibuat perlu untuk dikonfirmasi hal tersebut digunakan sebagai tanda bukti bahwa SOP dapat diterima dan keabsahannya dapat digunakan secara umum. Konfirmasi tersebut dilakukan melalui presentasi dan pemaparan secara mendalam.

Tentunya *draft* SOP awal tersebut tidak luput dari kesalahan, sehingga untuk merevisi *draft* SOP tersebut dilakukan diskusi secara mendalam untuk

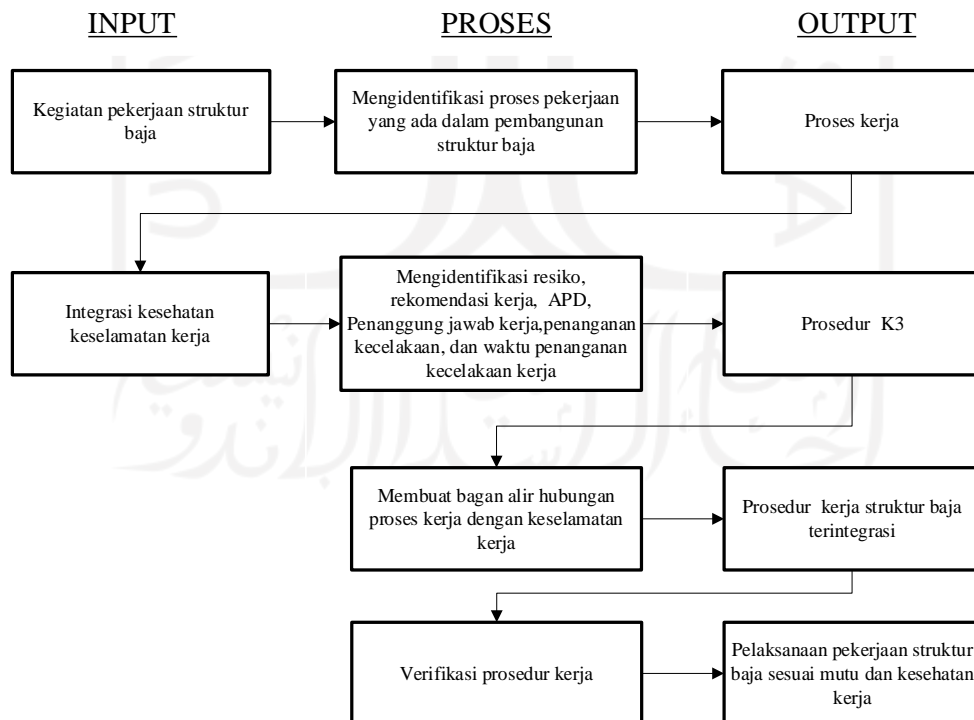
meminimalkan kesalahan. Konfirmasi dilaksanakan dengan melakukan presentasi dan pemaparan. Verifikasi dilakukan kepada 2 narasumber yang expert kepada K3 dan penggunaan *drone*. Hasil konfirmasi kebenaran SOP tersebut kemudian di jadikan acuan selanjutnya dalam penelitian ini. Selanjutnya disusun mengenai standart pengawasan yang baik untuk diterapkan pada suatu pembangunan dengan piranti pemanfaatan alat *drone*.

6. Pembahasan

Setelah dilakukan verifikasi data penyempurnaan isi maka tahap selanjutnya adalah melakukan penjabaran secara deskriptif untuk memberikan gambaran mengenai SOP. Pembahasan menyangkut mengenai beberapa hal diantaranya resiko kerja, tahapan kerja dan beberapa peraturan terkait. Pembahasan selanjutnya adalah mengenai penggunaan kamera drone dimana akan dijelaskan efisiensi penerbangan dari awal hingga penurunan.

4.5.1 Prosedur kerja terintegrasi K3

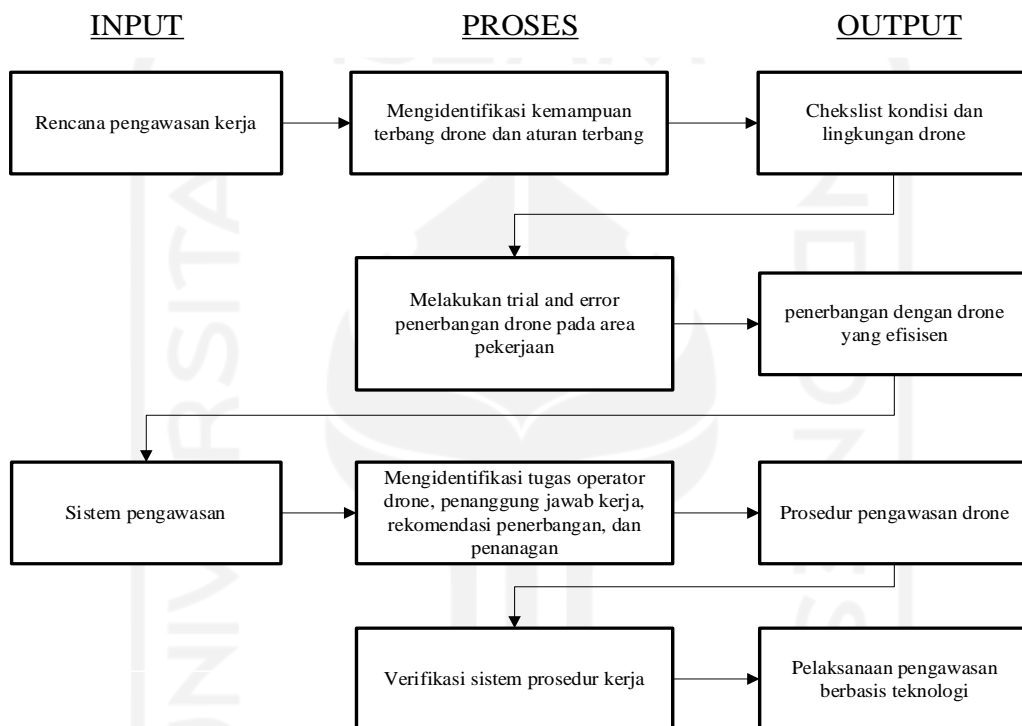
penyusunan prosedur kerja terintegrasi K3 memiliki beberapa tahapan untuk mencapai tujuan penelitian. Tahapan tersebut dapat dilihat dalam gambar berikut



Gambar 4.1 Pelaksanaan Penelitian Prosedur Kerja

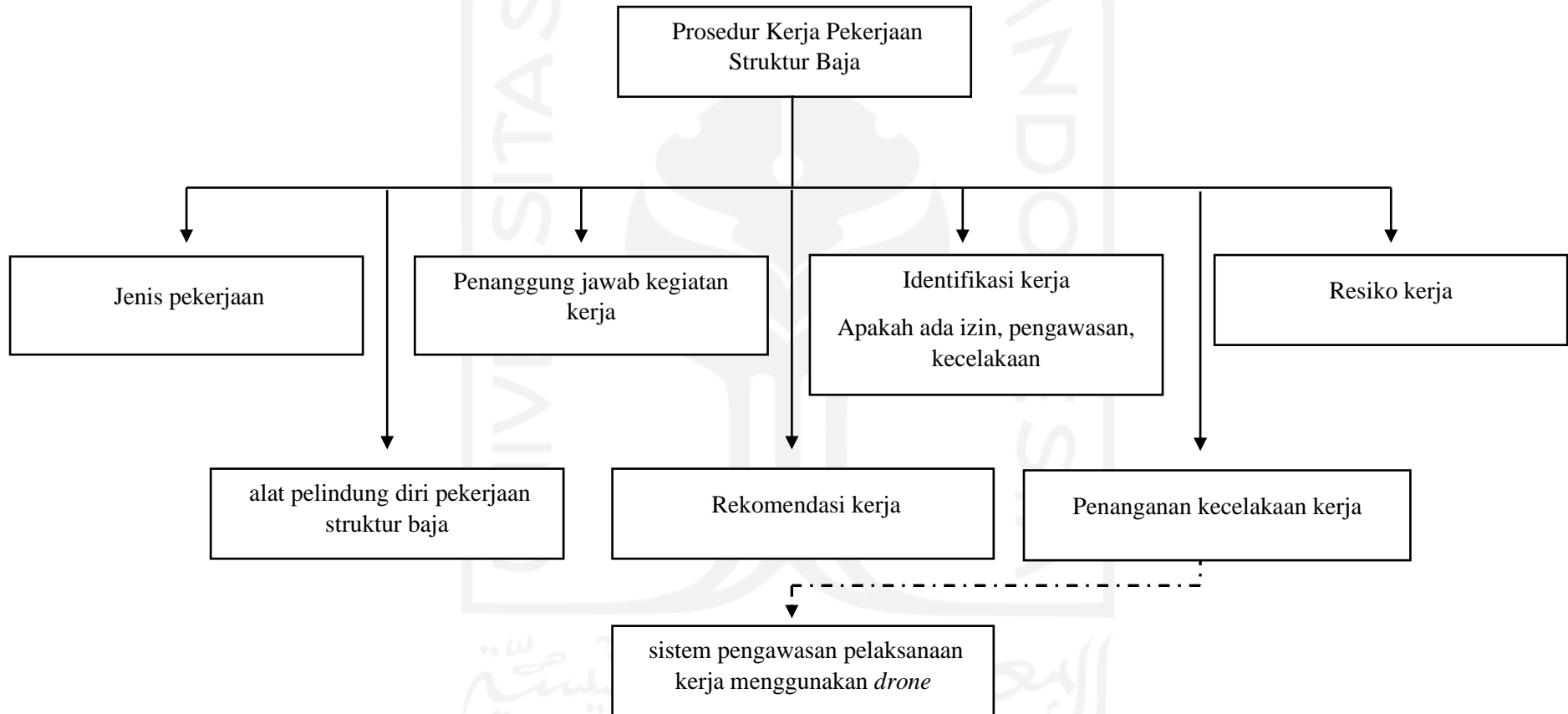
4.5.2 Prosedur sistem pengawasan dengan drone

sistem pengawasan yang dilakukan menggunakan drone pada pekerjaan struktur baja tentunya tidak bisa dilakukan dengan sembarangan, diperlukan sistem agar pengawasan efektif. Pembentukan sistem tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



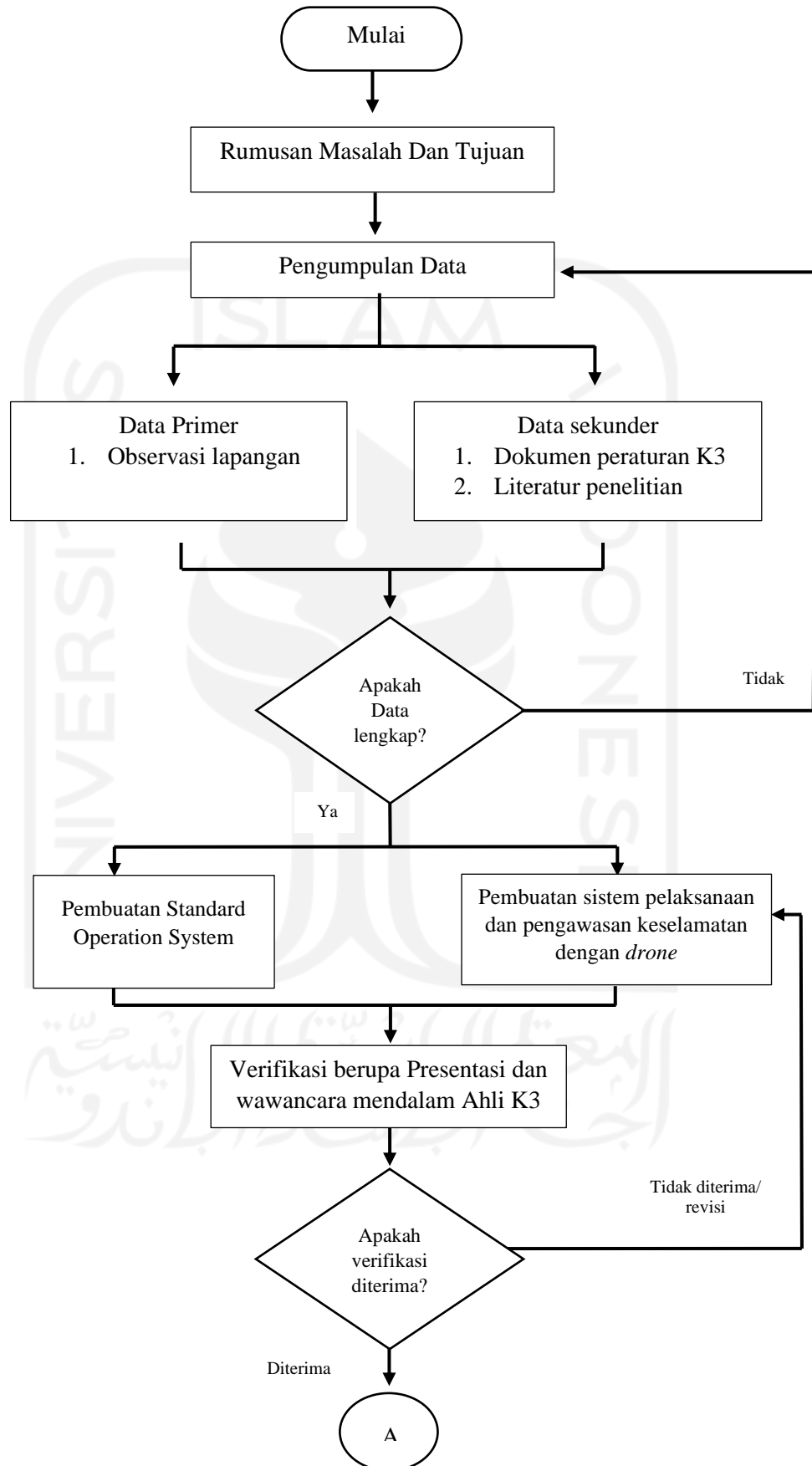
Gambar 4.2 Pelaksanaan Penelitian Pengawasan

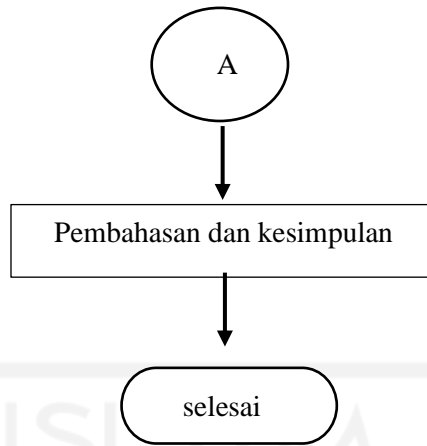
4.6 Output penelitian



Gambar 4.3 Output Penelitian

4.7 Bagan Alir Penelitian





Gambar 4.3 Bagan Alir Penelitian



BAB V

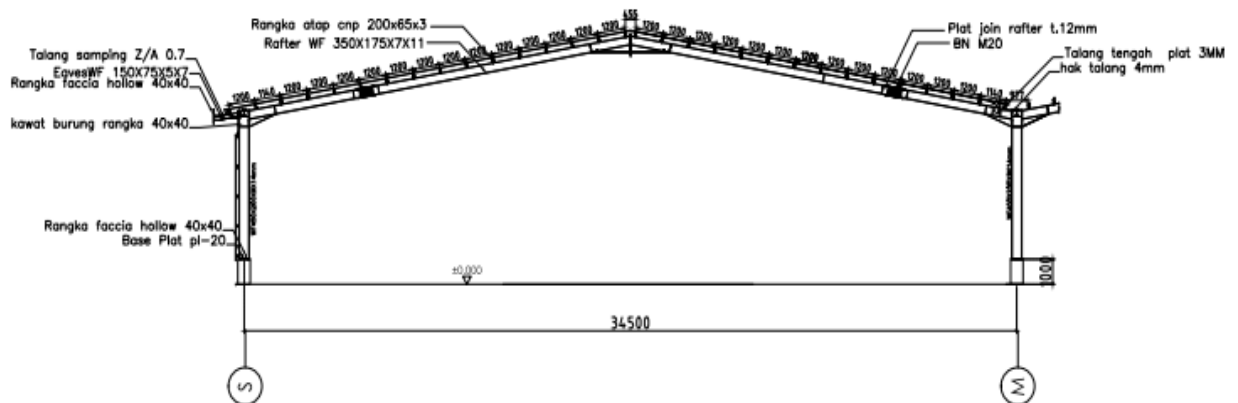
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam bab V ini akan dilakukan penjabaran mengenai hasil dari pengamatan lapangan. Pengamatan tersebut kemudian akan dilakukan pembahasan mendetail sehingga akan menghasilkan jawaban dari tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini.

5.1 Detail bangunan

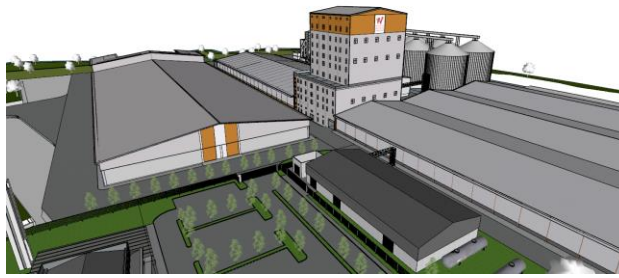
5.1.1 Bangunan Breeding Farm

Breeding farm adalah bangunan yang digunakan untuk pembibitan ayam indukan dimana nantinya pada bangunan breeding farm ini akan menghasilkan telur yang dapat dimanfaatkan untuk membuat indukan ayam yang baik serta beberapa telur akan digunakan sebagai telur konsumsi. bangunan breeding farm yang diamati memiliki standart close house dimana tidak boleh terdapat celah dan cahaya yang masuk didalam ruangan dan harus memiliki kapasitas-kapasitas tertentu dalam menampung jumlah ayam, untuk memenuhi spesifikasi tersebut maka digunakan konstruksi baja untuk rangka bangunannya. Baja dipilih dikarenakan proses



Gambar 5.1 Soft Drawing Bangunan Baja

pemasangan yang cepat serta dapat diaplikasikan pada bangunan dengan bentang yang panjang.



Gambar 5.2 Penampang 3d Bangunan



Gambar 5.3 Lokasi Pekerjaan

Pada pengamatan di lingkungan kerja lahan yang diamati memiliki luas yang sangat besar dan tersebar dalam beberapa titik pekerjaan dan bukan hanya berkutat pada pekerjaan baja, namun pada pekerjaan breeding farm ini terdapat pekerjaan utilitas dan infrastruktur pendukung. Hal tersebut mengakibatkan perlu ekstra waktu dan koordinasi terutama dalam pengawasan karena dalam praktek dilapangan pembangunan breeding farm ini, pihak penyedia jasa tidak memiliki banyak staff yang bisa mengawasi seluruh pekerjaan yang saat ini sedang berlangsung. dimana dalam lingkungan kerja tersebut hanya terdapat 3 personel lapangan yang bertugas mengawasi dan melaksanakan pekerjaan. Kondisi lain yang menjadi perhatian pada lokasi pekerjaan tersebut adalah jarak lingkungan pekerjaan dengan pusat kesehatan yang cukup jauh hampir 30 menit perjalanan.

5.1.2 Implementasi K3 dalam pekerjaan

Implementasi K3 perusahaan dalam proses pembangunan menjadi cerminan kebijakan yang diambil oleh top manajemen dalam mengatasi kecelakaan kerja. kebijakan tersebut bukan hanya akan menjadi catatan namun juga dapat digunakan untuk pengendalian, evaluasi dan penanganan pada segala resiko yang akan

ditimbulkan. Pihak kontraktor dalam pembangunan ini memiliki beberapa komitmen diantaranya adalah menyediakan kesejahteraan, perlindungan, keamanan dan ketertiban. Namun dalam praktik kerja dilapangan masih terdapatnya beberapa kelalaian yang dijumpai seperti belum terdapatnya pemakaian helm proyek, sepatu safety dan rambu-rambu. dari hasil pengamatan yang dilakukan terdapat beberapa faktor yang menyebabkan hal tersebut terjadi diantaranya :

1. Pengawasan pekerjaan yang tidak maksimal
2. Pekerja dilapangan yang belum mendapat pemberitahuan dan edukasi
3. Peraturan K3 yang dianggap susah untuk diterapkan
4. Belum terdapatnnya aturan proses dan alur yang baik dalam pekerjaan

Beberapa penyebab kurangnya implementasi pekerjaan tersebut tentunya akan berbeda dengan masing-masing proyek yang dikerjakan. Beberapa pernyataan wawancara mengarah pada poin 4 dimana pihak penyedia jasa diharapkan menyediakan proses dan alur yang baik.

5.1.3 Bidang pekerjaan

Berdasarkan pekerjaan dilapangan pada pekerjaan pembangunan struktur baja ditemukan beberapa pekerjaan yang menjadi prioritas terbesar. Prioritas terbesar tersebut dibagi dalam beberapa poin dimana poin-poin tersebut diurutkan berdasarkan skala pekerjaan terbesar.

Tabel 5.1 Prosentase Pembagian Pekerjaan Baja

no	Jenis pekerjaan	Prosentase pekerjaan
1.	Pabrikasi baja - Shoot blasting, cutting and drilling	35 %
2.	Mobilisasi	10%
3.	Erection - Erection angkur - Erection kolom balok - Erection top structuktur	45%
4.	Finishing erection	10%
Jumlah		100%

Sumber : dokumen proyek

Dari beberapa pembagian pekerjaan diatas pekerjaan erection memiliki prosentase pekerjaan yang paling besar (45%). Kemudian pekerjaan selanjutnya adalah pekerjaan pabrikasi baja yang dikuti dengan pekerjaan mobilisasi dan finishing erection.

5.2 Hasil Penelitian

Hasil penelitian didapatkan setelah melakukan pengamatan langsung dilapangan dengan melihat kondisi real keadaan sebenarnya sehingga nantinya tidak terjadi penyimpangan dan salah persepsi terhadap pengamatan. kondisi real tersebut kemudian akan menjadi acuan untuk menyelesaikan tujuan penelitian pada bab I.

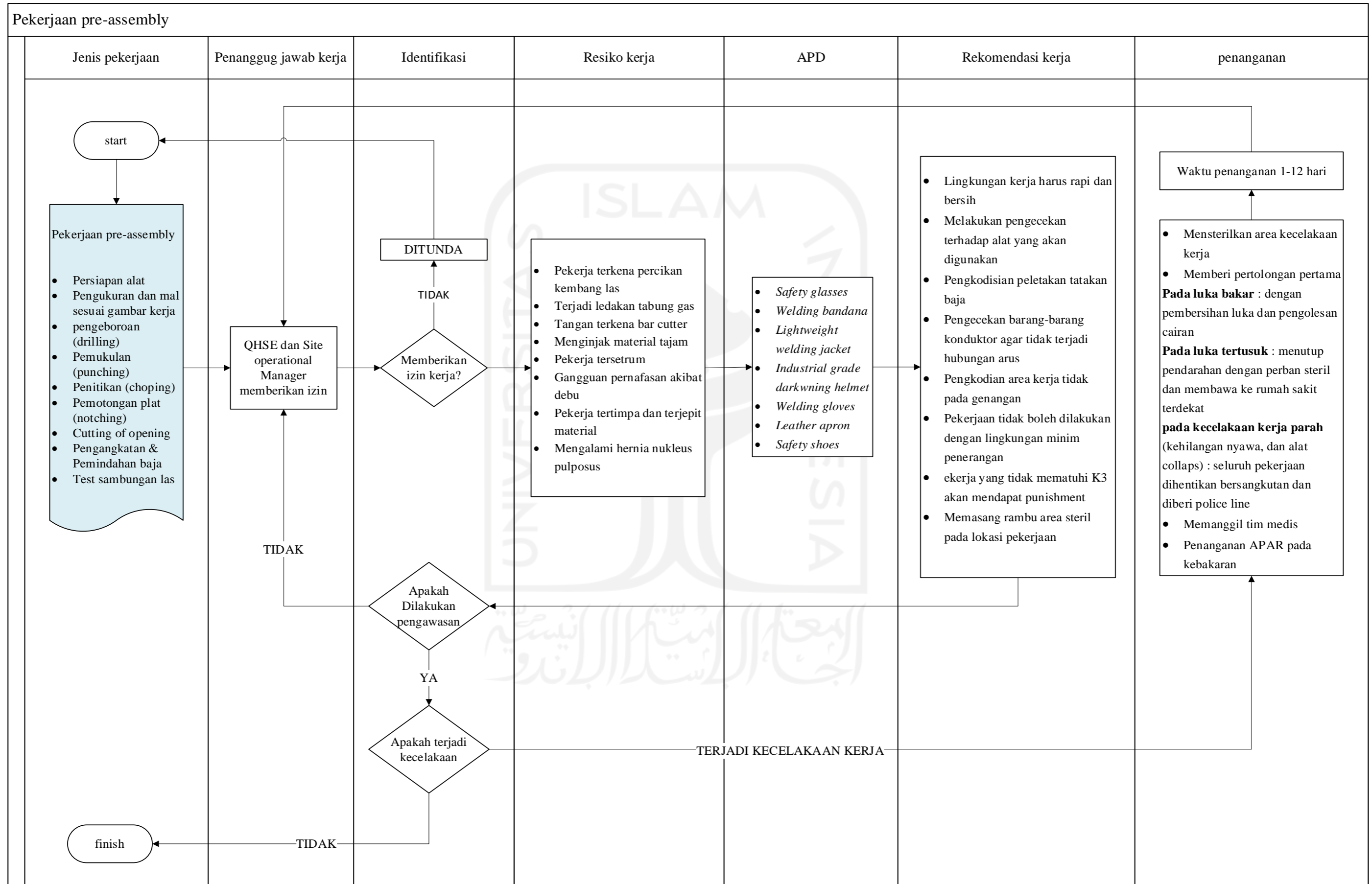
5.2.1 Rekomendasi Bagan Alir Prosedur Kerja

Rekomendasi bagan alir prosedur kerja disusun berdasarkan pengamatan langsung dilapangan yang kemudian dilakukan verifikasi dengan ahli K3 terkait yang dianggap memiliki kapasitas. Rekomendasi bagan alir yang dibuat pada penelitian ini tentunya tidak bersifat mengikat pada seluruh pekerjaan yang menggunakan konstruksi baja. Rekomendasi bagan alir prosedur kerja yang dibuat didalamnya akan saling berhubungan dengan proses pekerjaan baja sesuai yang telah dijabarkan 5.1.3 bidang pekerjaan baja. Prosedur kerja dibuat menggunakan Ms. Visio yang memudahkan dalam pembuatan bagan alir.

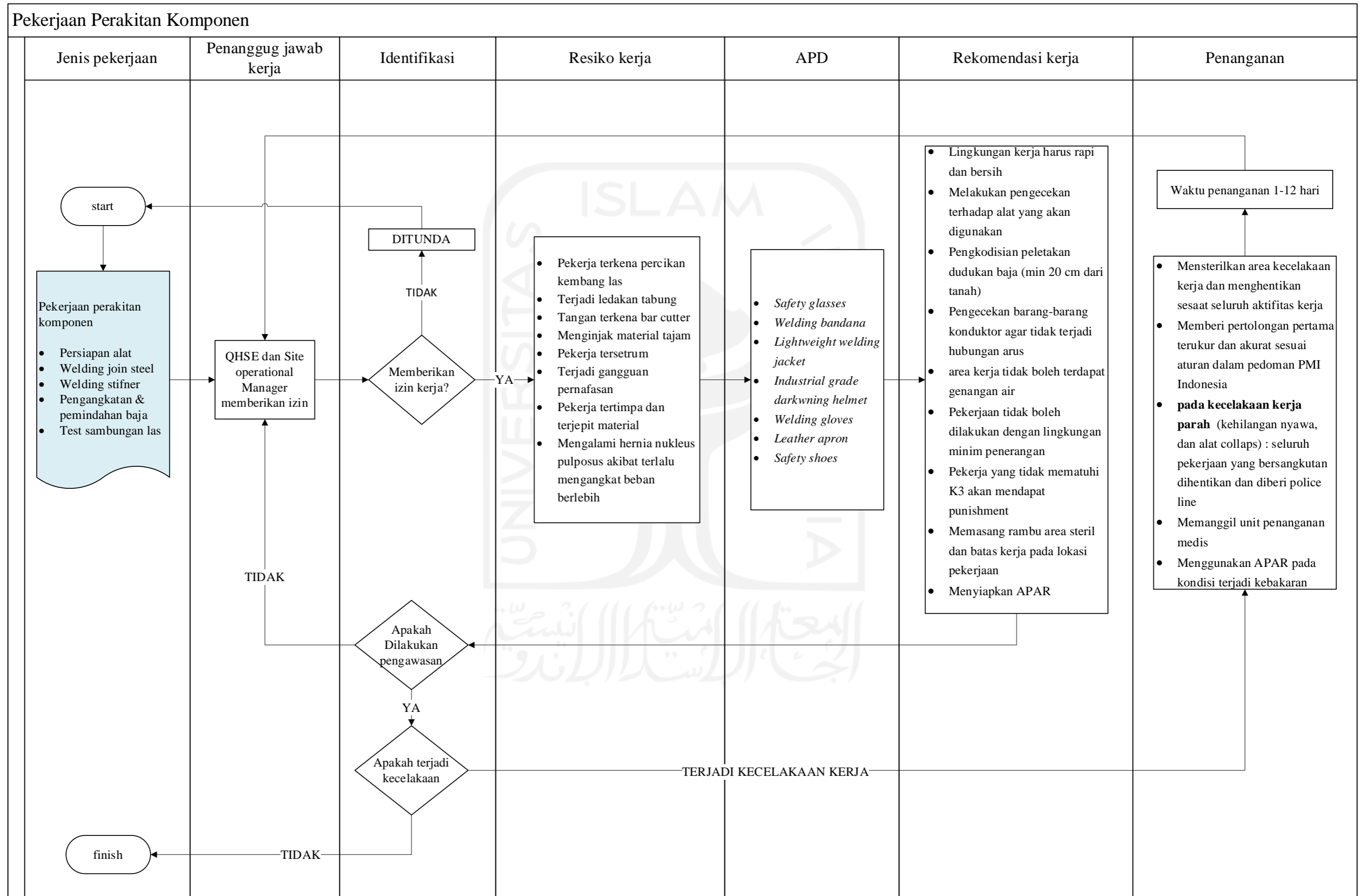
Prosedur kerja yang dibuat dalam penelitian ini didalamnya terdapat beberapa poin diantaranya :

1. Jenis pekerjaan
2. Penanggung jawab pekerjaan yang sekaligus memberikan izin kerja
3. Perkiraan resiko yang akan terjadi
4. APD pekerjaan
5. *Decision* pekerjaan berhubungan dengan aman atau tidaknya pekerjaan
6. Rekomendasi pencegahan
7. Penanganan pertama apabila terjadi kecelakaan kerja

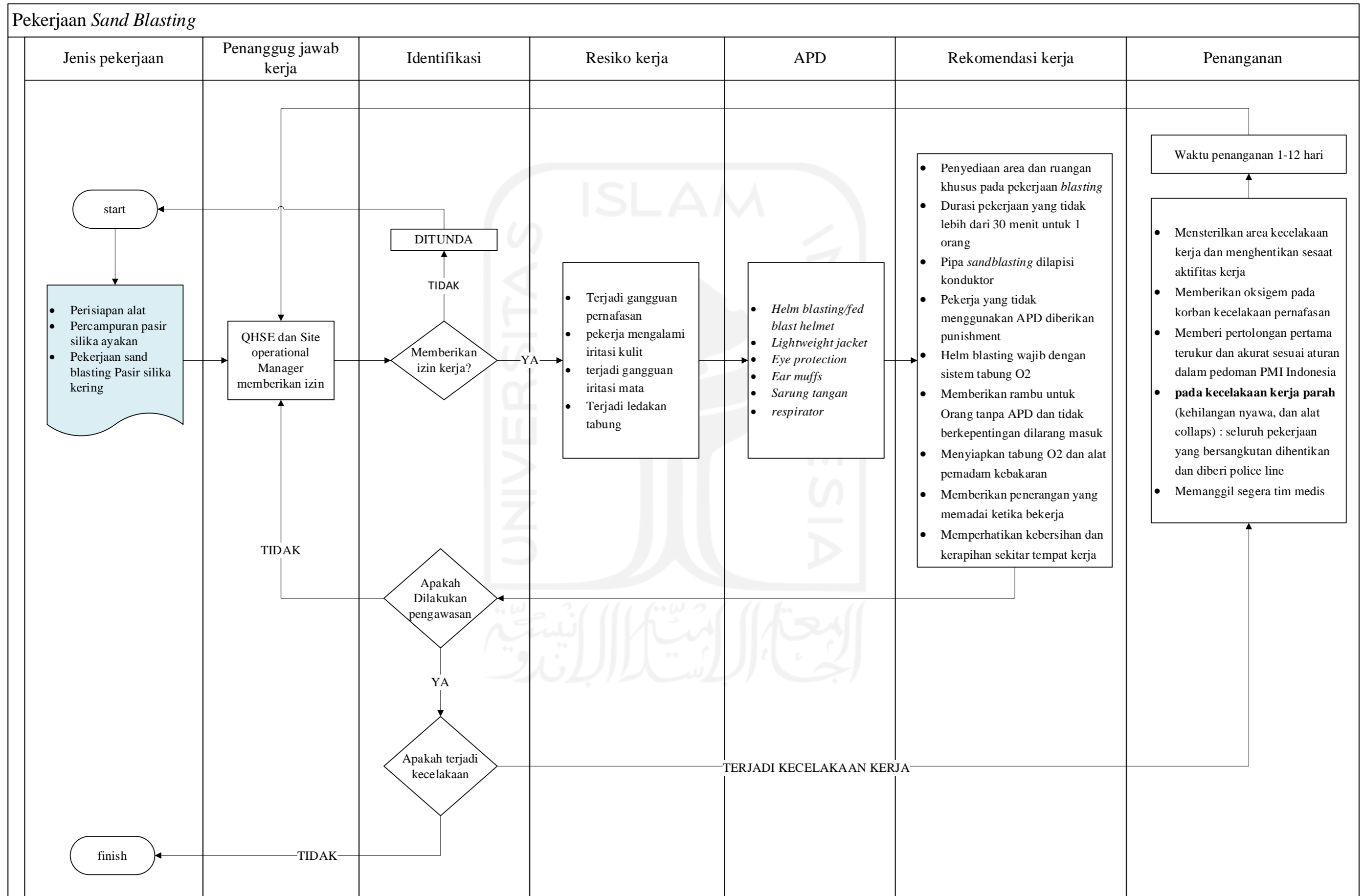
Tabel 5.2 prosedur pekerjaan pre-assembly



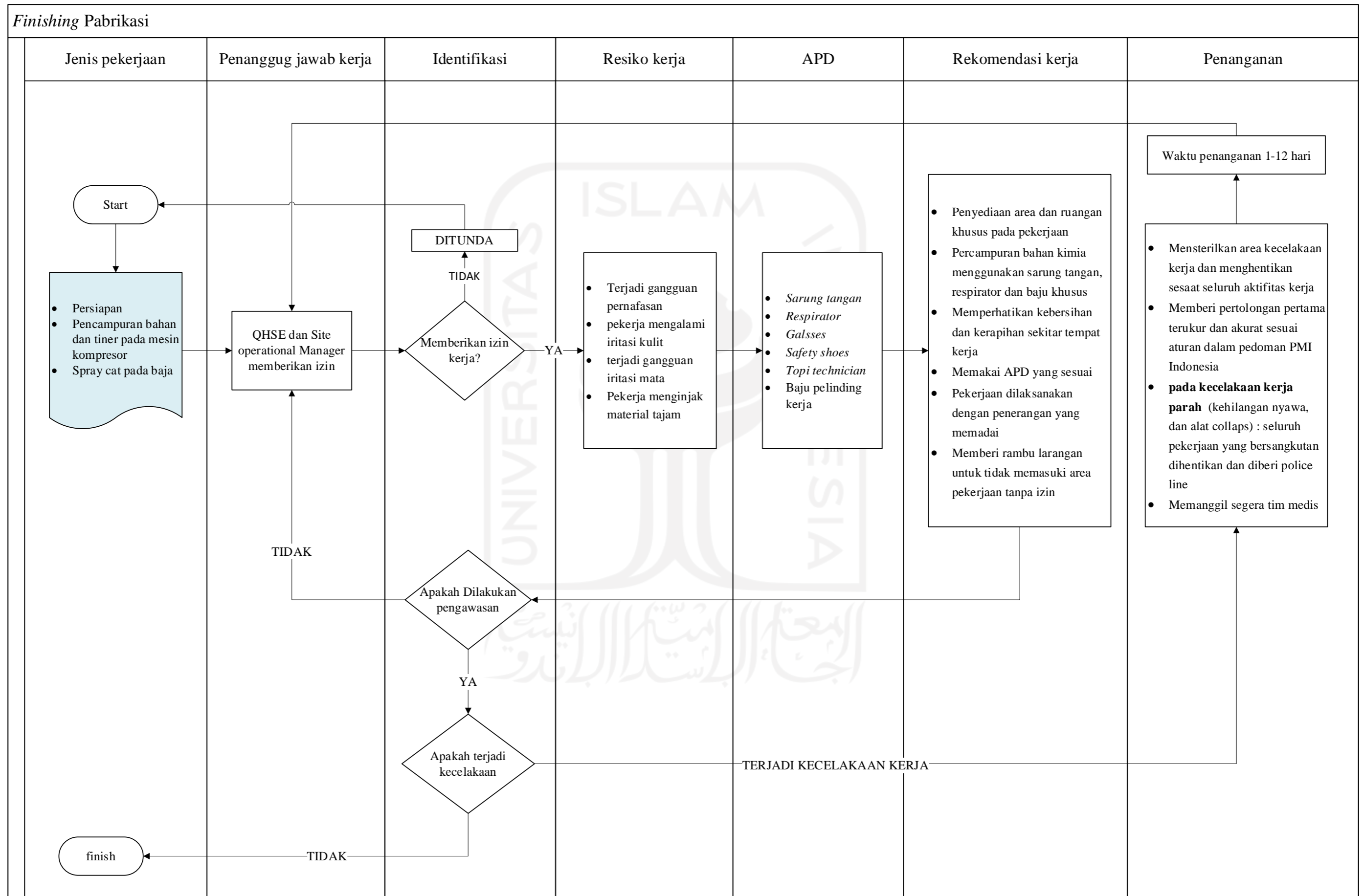
Tabel 5.3 Prosedur Perakitan Komponen



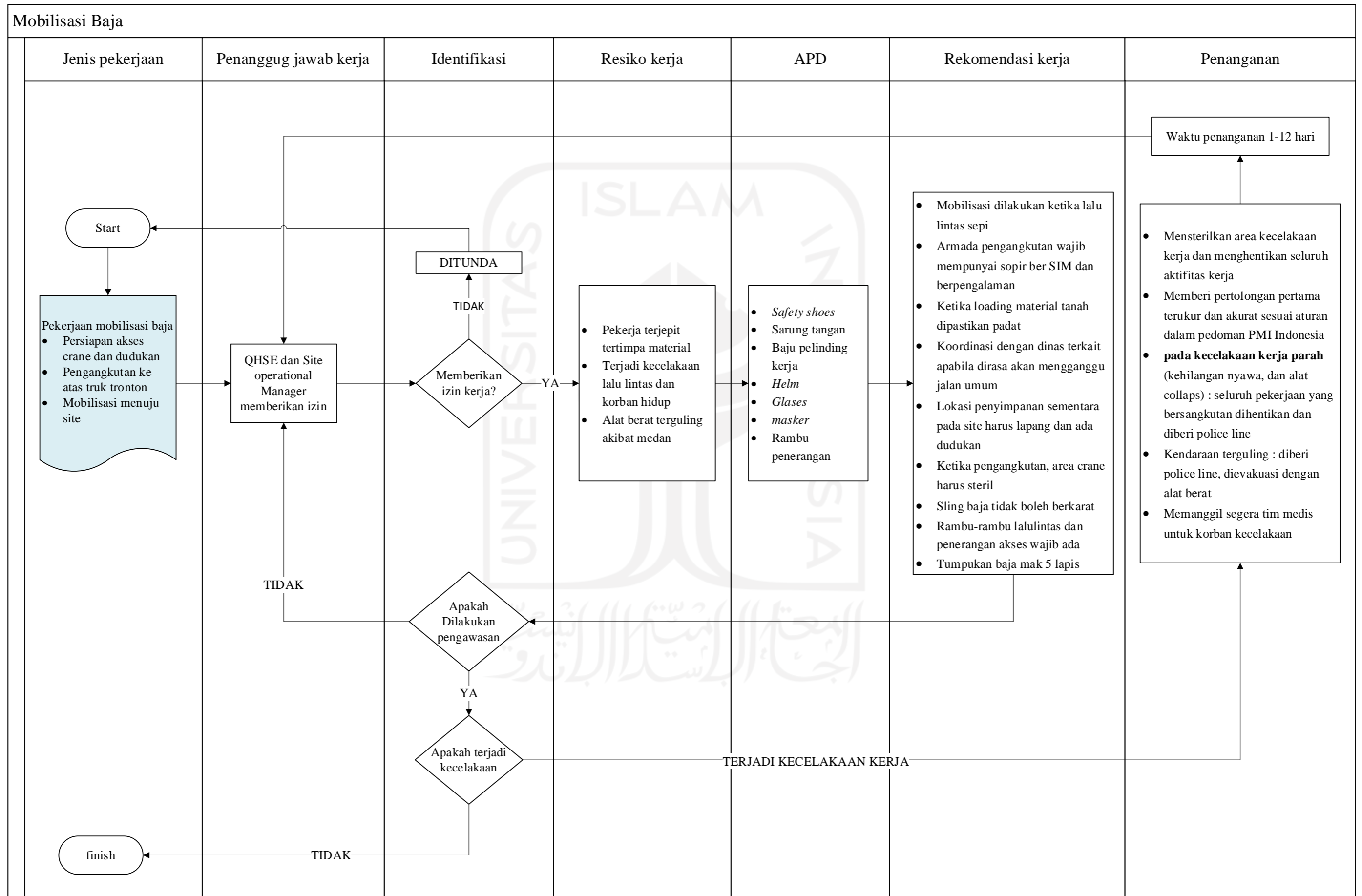
Tabel 5.4 Prosedur Sand Blasting



Tabel 5.5 Prosedur *Finishing* Pabrikasi



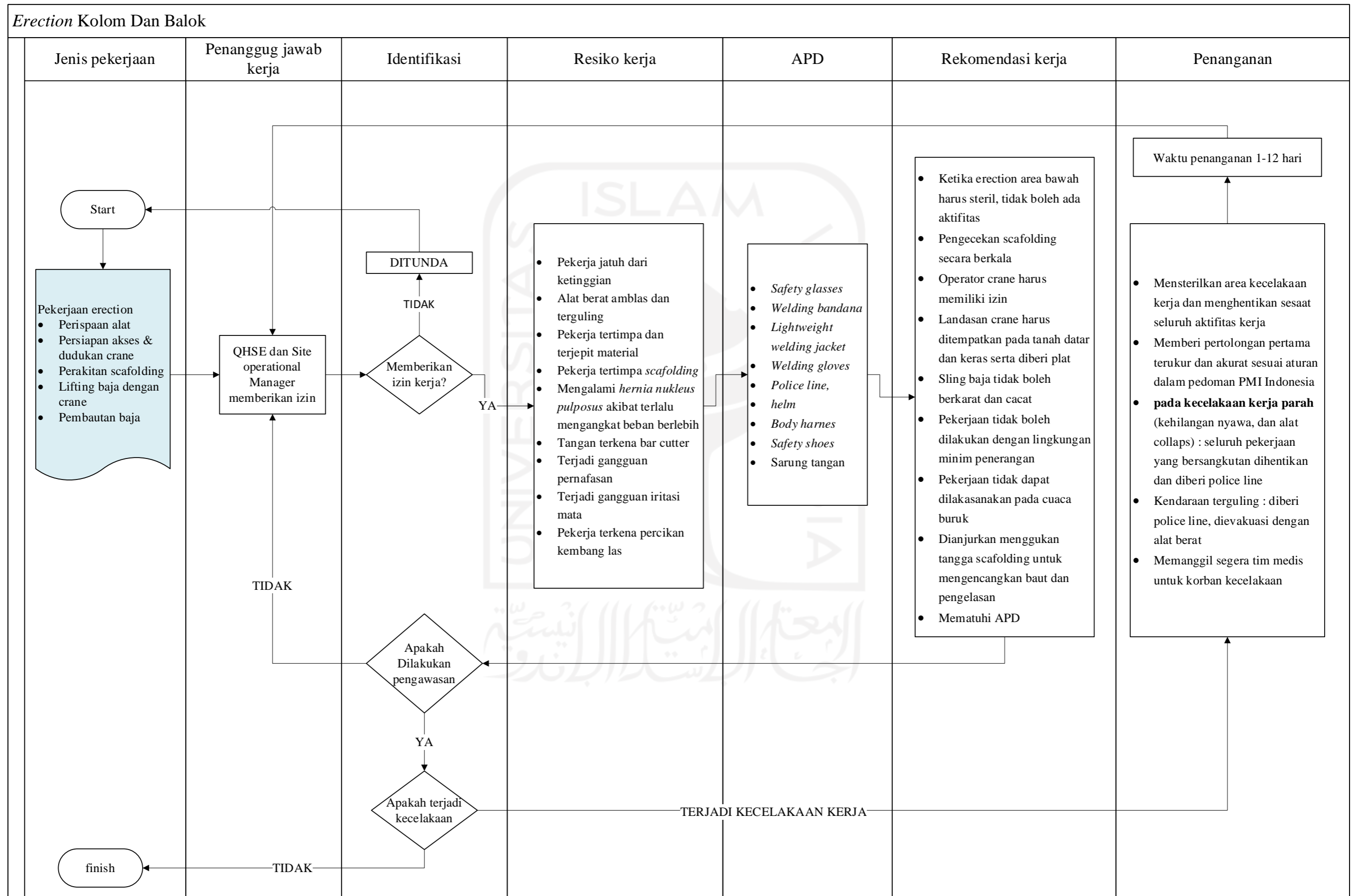
Tabel 5.6 Prosedur Mobilisasi Baja



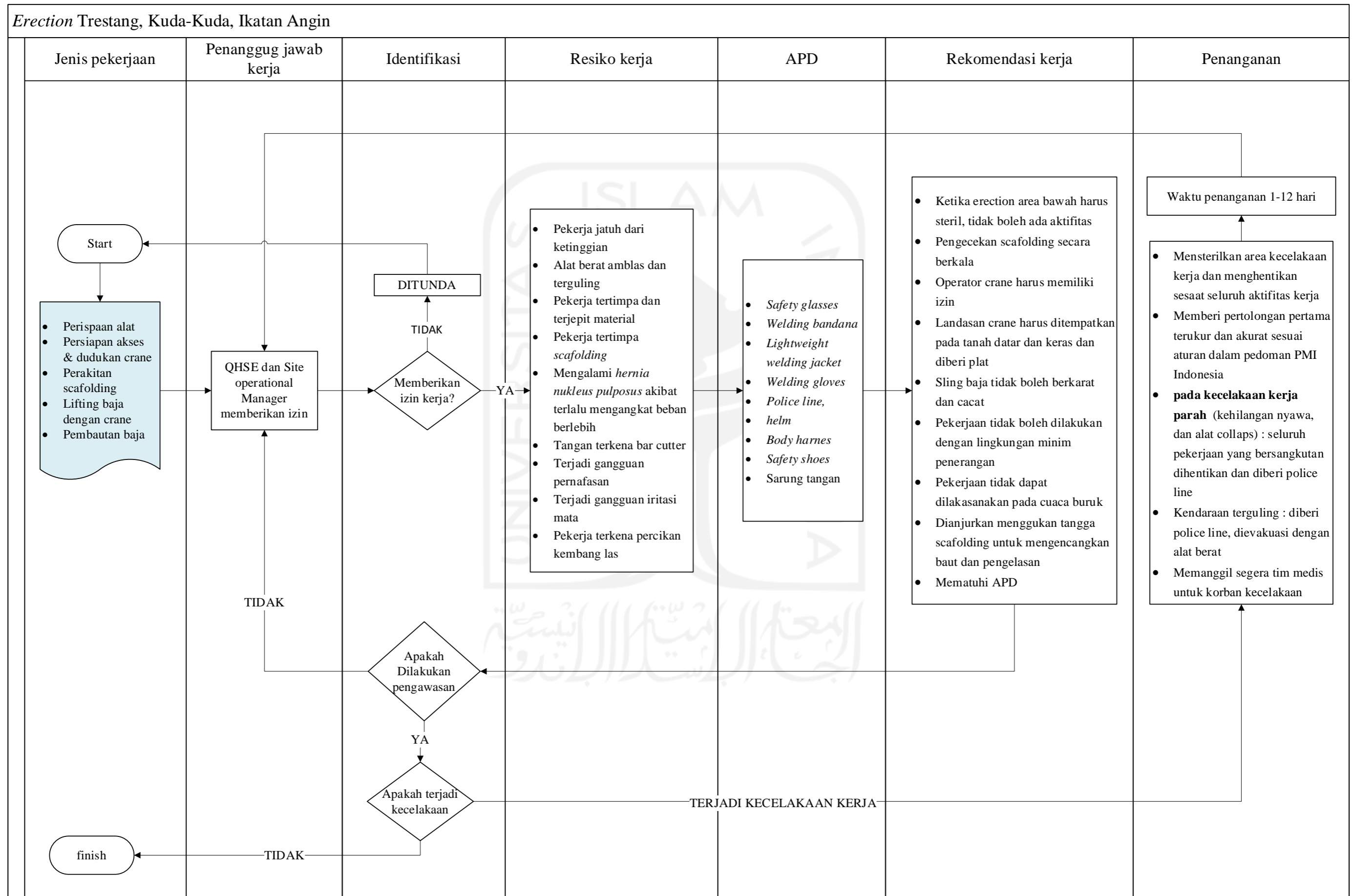
Tabel 5.7 Prosedur *Erection* Angkur Struktur

Erection Angkur Struktur						
Jenis pekerjaan	Penanggung jawab kerja	Identifikasi	Resiko kerja	APD	Rekomendasi kerja	Penanganan
<p>Start</p> <p>Pekerjaan angkur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perispan alat • Pengelasan baseplate • Pembautan angkur 	<p>QHSE dan Site operational Manager memberikan izin</p>	<p>Memberikan izin kerja?</p> <p>DITUNDA</p> <p>TIDAK</p> <p>YA</p> <p>Apakah Dilakukan pengawasan?</p> <p>YA</p> <p>TIDAK</p> <p>Apakah terjadi kecelakaan?</p> <p>TIDAK</p> <p>finish</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pekerja terkena percikan kembang las • Terjadi ledakan tabung • Tangan terkena bar cutter • Menginjak material tajam • Pekerja terserum • Terjadi gangguan pernafasan • Terjadi gangguan iritasi mata 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Safety glasses</i> • <i>Welding bandana</i> • <i>Lightweight welding jacket</i> • <i>Industrial grade darkwning helmet</i> • <i>Welding gloves</i> • <i>Leather apron</i> • <i>Safety shoes</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan pengecekan terhadap alat yang akan digunakan • Lingkungan kerja harus rapi dan bersih • Pengecekan barang-barang konduktor agar tidak terjadi hubungan arus • Pengkodian area kerja tidak pada genangan • Pekerjaan tidak boleh dilakukan dengan lingkungan minim penerangan • Pekerja yang tidak mematuhi K3 akan mendapat punishment • Memasang rambu area steril pada lokasi pekerjaan 	<p>Waktu penanganan 1-12 hari</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mensterilkan area kecelakaan kerja dan menghentikan aktifitas kerja • Memberi pertolongan pertama terukur dan akurat sesuai aturan dalam pedoman PMI Indonesia • pada kecelakaan kerja parah (kehilangan nyawa, dan alat collaps) : seluruh pekerjaan yang bersangkutan dihentikan dan diberi police line • Kendaraan terguling : diberi police line, dievakuasi dengan alat berat • Memanggil segera tim medis untuk korban kecelakaan

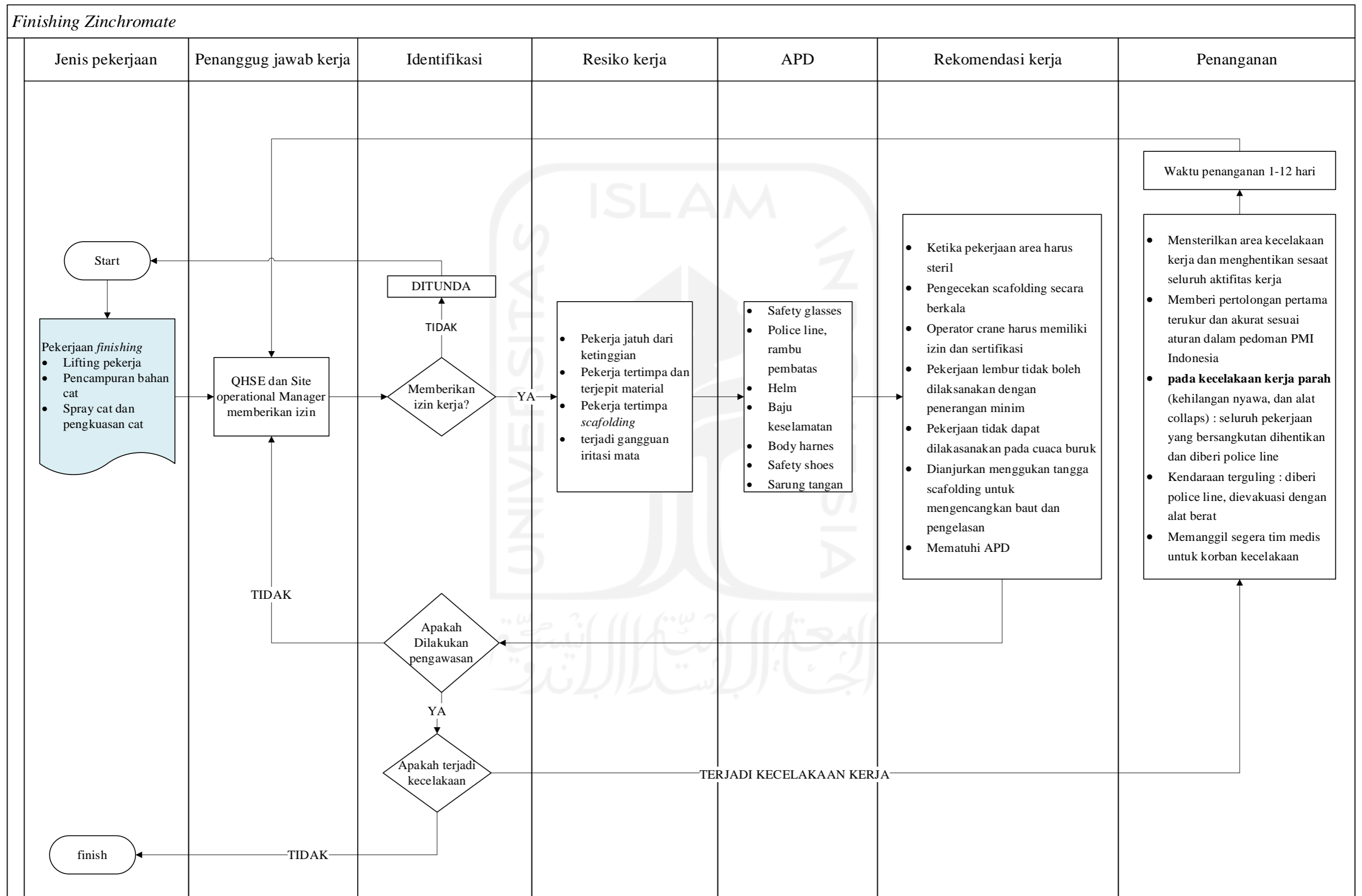
Tabel 5.8 Prosedur *Erection* Kolom Dan Balok



Tabel 5.9 Prosedur *Erection* Trestang, Kuda-Kuda, Ikatan Angin



Tabel 5.10 Prosedur *Finishing Zinchromate*



Pada prosedur kerja yang telah dibuat, sebuah pekerjaan dapat ditunda apabila dalam masa persiapan dianggap tidak memenuhi persyaratan oleh penanggung jawab kerja, contohnya adalah alat *welding* yang tidak memenuhi standart, tidak terdapatnya lokasi yang baik dan aman untuk pekerjaan, alat berat *crane* yang tidak memenuhi kapasitas, cuaca ekstrim yang terjadi, dan pekerjaan yang tidak sesuai dengan langkah pekerjaan. Pekerjaan penundaan tersebut dapat dicabut apabila kondisi seperti yang telah dijelaskan diatas diperbaiki dan memenuhi syarat.

5.2.2 Identifikasi resiko pekerjaan struktur baja

Identifikasi resiko ini didapatkan berdasarkan dari pengamatan dilapangan dan dilakukan dengan beberapa pendekatan kepada pihak terkait dilapangan. Tentunya identifikasi resiko yang didapatkan pada proyek ini merupakan kejadian yang sewaktu-waktu dapat terjadi dan akan sangat berbeda dengan beberapa proyek lainnya. Identifikasi resiko yang diterapkan dilakukan per bagian proses pekerjaan baja yang dimulai dari tahap *pre-assembly* hingga finishing zinchromate baja.

5.2.2.1 Pekerjaan *pre-assembly*

1. Deskripsi

Pekerjaan *pre assembly* merupakan pekerjaan yang dilakukan pertama kali ketika baja datang pada site lapangan. pada pekerjaan pre assembly ini terdiri dari beberapa kegiatan yang didalamnya digunakan untuk mengolah baja mentah dengan bentang 6 meter. Pekerjaan *pre assembly* dilakukan pada area khusus dengan luasan yang cukup karena bentang baja yang panjang, kegiatan pre assembly terdiri dari :

- a. Pekerjaan pengeboran (*drilling*) pembuatan lubang untuk tempat baut, pekerjaan ini mennggunakan mata bor besar dengan tekanan yang tinggi
- b. Pekerjaan pemukulan (*punching*) pembuatan bentuk plat dengan menggunakan mesin otomatis namun dalam pelaksanaannya baja masih harus disetel secara manual pada mesin
- c. Pekerjaan *notching* and *choping* adalah pekerjaan baja dimana dilakukan proses pemotongan sebagian logam yang menciptakan garis lurus dan lubang menggunakan plasma *cutting*

- d. *Cutting of opening* pekerjaan pemotongan baja menggunakan mesin yang mengikuti hasil penitikan.



Gambar 5.4 Pekerjaan Baja Mentah

2. Resiko pekerjaan

Resiko pekerjaan pada kegiatan pre-assembly terdiri dari beberapa hal yang tertuang dalam tabel dibawah ini :

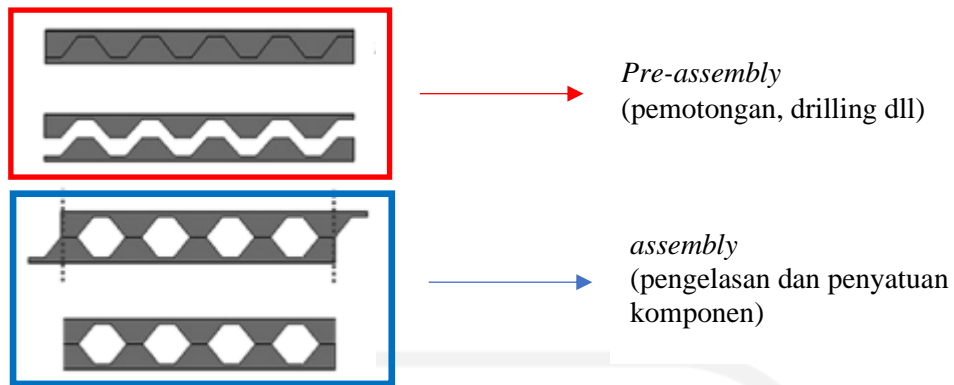
Tabel 5.11 Identifikasi resiko pre assembly

pekerjaan	Identifikasi resiko
<i>Pre-assembly steel</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pekerja terkena percikan kembang las 2. Terjadi ledakan tabung gas 3. Tangan terkena bar cutter 4. Menginjak material tajam 5. Pekerja tersetrum 6. Terjadi gangguan pernafasan akibat debu 7. Pekerja tertimpa dan terjepit material 8. Mengalami <i>hernia nukleus pulposus</i> akibat terlalu mengangkat beban berlebih

5.2.2.2 Perakitan komponen (*assembly*)

1. Kegiatan

perakitan komponen merupakan tahap lanjutan dari pekerjaan *pre-assembly steel*. Dalam pekerjaan *pre-assembly steel* dalam poin 5.2.2.1 baja yang telah dipotong, dan telah dibentuk sesuai dengan kebutuhan struktur tersebut kemudian di rakit dan disatukan pada tahap perakitan komponen ini.



Gambar 5.5 Perbedaan Pekerjaan *Pre Assembly* Dan *Assembly Steel*

Dalam tahap perakitan komponen ini terdiri dari dua kegiatan yang dominan yaitu pengelasan dan pembautan, pekerjaan lain yang mengikuti adalah pemindahan/pengangkatan material dan juga pembersihan sisa las. Kegiatan perakitan komponen menjadi penentu hasil akhir karena akan menentukan bentuk dan kekuatan struktur yang akan dicapai (mutu baja tercapai).

2. Resiko pekerjaan

Resiko pekerjaan pada kegiatan ini terdiri dari beberapa hal yang tertuang dalam tabel dibawah ini :

Tabel 5.12 Identifikasi resiko perakitan komponen

pekerjaan	Identifikasi resiko
<i>assembly steel</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pekerja terkena percikan kembang las 2. Terjadi ledakan tabung gas 3. Tangan terkena bar cutter 4. Menginjak material tajam 5. Pekerja tersetrum 6. Terjadi gangguan pernafasan akibat debu 7. Pekerja tertimpa dan terjepit material 8. Mengalami hernia nukleus pulposus akibat terlalu mengangkat beban berlebih

5.2.2.3 Pekerjaan *sand blasting*

1. Deskripsi

Pekerjaan *sandblasting* merupakan kegiatan pelapisan pertama pada baja yang digunakan untuk menghilangkan dan menutup baja dari karatan bahan yang digunakan dalam pelaksanaan sandblasting ini adalah pasir silika atau steel grit. Pekerjaan shot blasting dilakukan dengan pompa bertekanan tinggi untuk menyemprotkan lapisan *coat* ke atas baja. Pekerjaan sand blasting ini terdiri dari dua jenis yaitu *wet* dan *dry blasting* yang keduanya mempunyai perbedaan pengaplikasian benda dan juga campuran kimianya. Pekerjaan *sandblasting* dilakukan dengan alat kompresor, tabung penyaring udara dan penampung pasir, selang dan nosel.



Gambar 5.6 Pekerjaan *Sand Blasting*

2. Resiko pekerjaan

Pekerjaan *sandblasting* yang berhubungan dengan pompa bertekanan tinggi dan juga banyaknya debu dan udara yang dihasilkan memiliki resiko sebagai berikut :

Tabel 5.13 Identifikasi resiko pekerjaan sandblasting

pekerjaan	Identifikasi resiko
<i>sandblasting</i>	<ol style="list-style-type: none">1. Pekerja mengalami gangguan pernafasan akibat silika2. Pekerja mengalami iritasi kulit dari bahan kimia3. Pekerja mengalami kebutaan4. Tabung cat bertekanan tinggi meledak

5.2.2.4 Pekerjaan *finishing assembly*

1. Deskripsi

Pekerjaan *finishing assembly* dilakukan untuk memberikan pelapisan pertama pada baja yang telah selesai dilakukan sandblasting tujuannya adalah agar pasirsilika yang telah menempel pada baja tidak tergores dan akan awet apabila dilakukan mobilisasi menuju site lapangan. pekerjaan *finishing assembly* ini menggunakan tipe *primer coat* tanpa *zinchromat* yang dapat dilakukan menggunakan kuas atau roll secara manual, dan juga mesin kompresor untuk cat. Pelapisan cat pada bagian *finishing assembly* ini dilakukan hanya 1-2 lapis karena fungsi utamanya hanya untuk menutup silika pada pekerjaan sand blasting.

2. Resiko pekerjaan *finishing assembly*

Pekerjaan yang memiliki tingkat kesulitan yang lebih rendah dibanding dengan pekerjaan lain namun apabila disepelekan akan membuat kerugian. Beberapa resiko pada pekerjaan *finishing assembly* ini adalah

Tabel 5.14 Identifikasi resiko pekerjaan *finishing assembly*

pekerjaan	Identifikasi resiko
<i>Finishing assembly</i>	<ol style="list-style-type: none">1. Pekerja mengalami gangguan pernafasan2. Pekerja mengalami iritasi kulit3. Pekerja mengalami iritasi mata4. Menginjak benda tajam

5.2.2.5 Mobilisasi Baja

1. Deskripsi

Mobilisasi baja merupakan upaya pemindahan material dari satu lokasi ke lokasi lainnya menggunakan alat bantu. Mobilisasi baja pada pekerjaan ini menggunakan truk trailer yang memiliki III axcel, atau sepadan yang mampu mengangkut baja dengan bentang 12 meter. Keefisienan mobilisasi baja adalah dengan menggunakan truk yang sekaligus memiliki crane kapasitas 6 ton apabila tidak memiliki crane tersebut maka dapat menyewa crane khusus atau minimal menggunakan katrol. Pada mobilisasi baja ini juga diperlukan kedudukan yang baik agar baja mudah diangkat.

2. Resiko pekerjaan mobilisasi baja

Resiko pekerjaan mobilisasi baja yang perlu diwaspadai adalah pekerja tertimpa material, resiko pekerjaan mobilisasi dapat dilihat pada tabel 5.13 berikut

Tabel 5.15 Identifikasi resiko pekerjaan *mobilisasi*

pekerjaan	Identifikasi resiko
Mobilisasi baja	<ol style="list-style-type: none">1. Pekerja tertimpa material2. Terjadi kecelakaan lalu lintas3. Alat berat terguling akibat medan yang buruk4. Menabrak benda hidup

5.2.2.6 Pekerjaan pemasangan angkur

1. Deskripsi

Angkur berfungsi sebagai penyambung struktur atas dan bawah. Biasanya angkur dipasang pada tiang atau kolom struktur bangunan yang menerus dengan kolom pedestal, angkur memiliki beberapa ukuran diantaranya M10, M12, M16, M19, M20, M24, dan M34. Pemasangan angkur ini menggunakan mesin las untuk menyatukan dengan baseplat kemudian dilakukan *treatment* untuk menghindari pengkaratan.



Gambar 5.7 Pemasangan Angkur

2. Resiko pekerjaan pemasangan angkur

Pekerjaan angkur merupakan pekerjaan yang berada pada site lapangan sehingga pada tahap ini pekerjaan memasuki kondisi yang lebih kompleks karena telah berada pada site sebenarnya.

Tabel 5.16 Identifikasi resiko pekerjaan pemasangan angkur

pekerjaan	Identifikasi resiko
Pemasangan angkur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pekerja terkena percikan kembang las 2. Terjadi ledakan tabung gas 3. Tangan terkena bar cutter 4. Menginjak material tajam 5. Pekerjaan tersetrum 6. Gangguan pernafasan akibat debu 7. Gangguan mata

5.2.2.7 Pekerjaan *erection* kolom dan balok

1. Deskripsi

Kegiatan *erection* kolom dan balok adalah penyatuan seluruh komponen baja yang telah dibuat pada tahap assembly pada lokasi pekerjaan. Pada kegiatan *erection* ini material baja yang memiliki dimensi besar diangkat dengan alat bantu berupa crane. Pekerjaan *erection* ini terdiri dari beberapa kegiatan diantaranya

- a. *Lifting* atau pengangkatan material
- b. Penyambungan
- c. *Welding* atau Pengelasan
- d. *Bolting* atau Penguatan baut pada sambungan



Gambar 5.8 *Erection*

2. Resiko pekerjaan *erection* kolom dan balok

Pada pekerjaan *erection* kolom dan balok terdapat resiko yang besar dalam pelaksanaannya karena pekerjaan terbesar berada pada *erection* struktur ini.

Tabel 5.17 Identifikasi resiko pekerjaan erection kolom dan balok

Pekerjaan	Identifikasi Resiko
Erection kolom dan balok	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pekerja jatuh dari ketinggian 2. Alat berat amblas 3. Pekerja tertimpa material 4. Pekerja tertimpa <i>scaffolding</i> 5. Mengalami hernia pulposus karena ergonomi pekerja yang salah 6. Tangan terkena bar cutter dan mesin las 7. Gangguan pernafasan akibat debu 8. Gangguan mata

5.2.2.8 Pekerjaan *erection* struktur atap

1. Deskripsi

pekerjaan erection pada struktur atap terdiri dari beberapa kegiatan diantaranya pemasangan gording, tresteng, ikatan angin dan kuda-kuda. Pada pemasangan struktur atap ini piranti yang digunakan masih sama dengan *erection* yang dilakukan pada pemasangan kolom dan balok (menggunakan crane).

2. Resiko pekerjaan *erection* struktur atap

pekerjaan struktur atap memiliki beberapa tantangan dalam pekerjaannya salah satunya adalah hembusan angin yang kencang dan kondisi lingkungan pekerjaan yang ekstrim diperlukan tenaga ahli dalam pemasangan pekerjaan ini. Beberapa resiko pekerjaan *erection* struktur atap adalah :

Tabel 5.18 Identifikasi resiko pekerjaan *erection* struktur atap

Pekerjaan	Identifikasi Resiko
<i>Erection</i> struktur atap	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pekerja jatuh dari ketinggian 2. Alat berat amblas 3. Pekerja tertimpa material 4. Pekerja tertimpa <i>scaffolding</i> 5. Mengalami hernia pulposus karena ergonomi pekerja yang salah 6. Tangan terkena bar cutter dan mesin las 7. Gangguan pernafasan akibat debu 8. Gangguan mata

5.2.2.9 Pekerjaan *finishing top coat*

1. Deskripsi

Pekerjaan *finishing top coat* adalah pekerjaan akhir dari pekerjaan struktur baja, penggunaan *finishing top coat* ini juga dibarengi dengan pekerjaan pelapisan zinchromate. Pekerjaan ini dimaksudkan untuk mempercantik tampilan baja dan juga untuk meminimalisir korosi pada baja. Lapisan *top coat* ini terdiri dari 3 lapis dan ditambah 1 lapis paling akhir untuk zinchromate. Pekerjaan *finishing top coat* ini dilakukan secara menyeluruh pada bagian baja yang terpasang.

2. Resiko pekerjaan *finishing top coat*

Pekerjaan finishing yang menjadi akhir rangkaian struktur baja memiliki beberapa resiko yang tidak dapat diabaikan, pekerjaan *top coat* ini mengharuskan pekerja untuk bekerja pada bidang yang sempit karena crane besar sudah tidak dapat dioperasikan disekitar area struktur yang telah di *erection* sehingga penggunaan *scaffolding* menjadi alternatif dalam melakukan pekerjaan ini. Beberapa resiko pekerjaan *top coat* ini adalah sebagai berikut :

Tabel 5.19 Identifikasi resiko pekerjaan *finishing top coat*

Pekerjaan	Identifikasi Resiko
Erection struktur atap	<ol style="list-style-type: none">1. Pekerja jatuh dari ketinggian2. Pekerja tertimpa material3. Pekerja tertimpa <i>scaffolding</i>4. Pekerja mengalami iritasi kulit dan mata

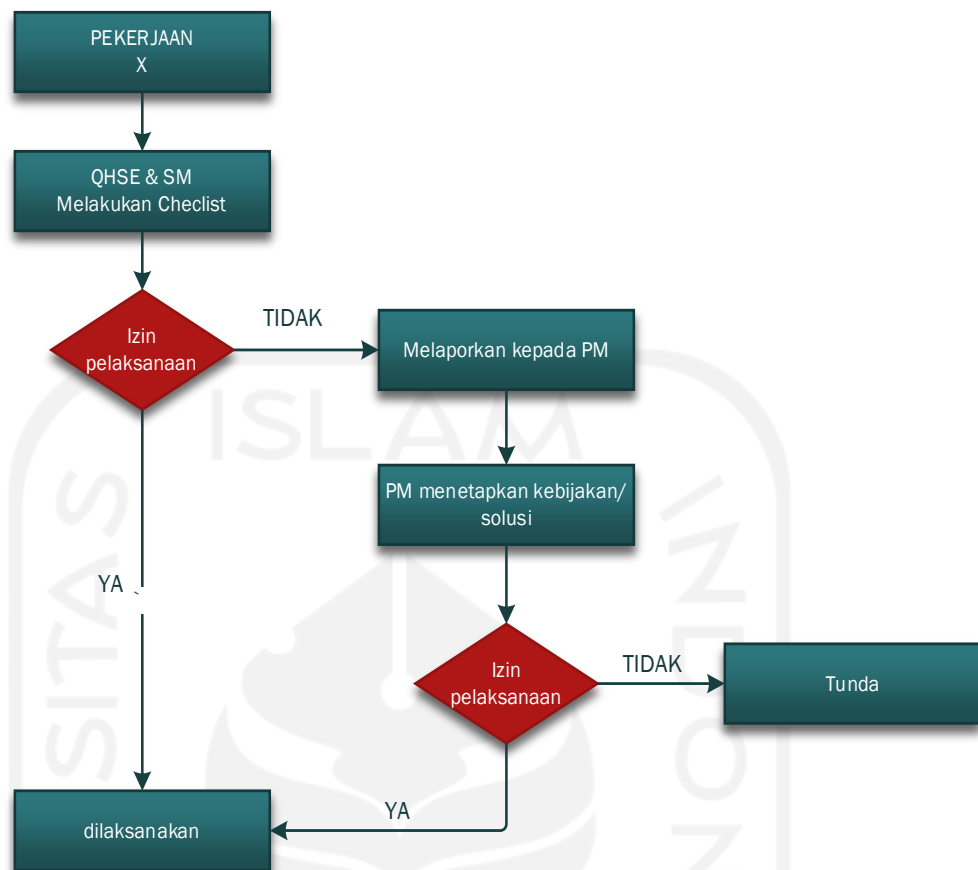
5.2.3 Penanggung jawab prosedur k3

Pada pelaksanaan pekerjaan lingkungan proyek tentunya memerlukan penanggung jawab yang berfungsi sebagai penjamin kelancaran suatu pekerjaan sehingga nantinya tidak ada tumpang tindih wewenang. Dalam prosedur kerja K3, penanggung jawab kegiatan menjadi pokok utama untuk mengawal keselamatan. Perlu adanya kontrol dan pemilihan kebijakan yang tepat dalam pelaksanaan K3 pada lingkungan proyek namun juga diperlukan pembentukan sistem yang tepat baik dalam pengawasan maupun pelaksanaan.

Prosedur kerja terutama dalam pelaksanaan keselamatan kerja efisiensinya dibuat oleh QHSE dan alur pekerjaannya dibuat oleh site manager. Penelitian asyhab (2021), menjelaskan bahwa identifikasi, standart peraturan, pemetaan potensi bahaya dan mutu pekerjaan dilakukan oleh QHSE. Sehingga sebelum dimulainya pekerjaan diperlukan identifikasi-identifikasi tersebut oleh QHSE yang harus di setujui sebelumnya. Sedangkan dalam Penelitian prianto (2012), yang membahas mengenai peranan project manager, dijelaskan bahwa project manager merupakan pembuat keputusan tertinggi dalam sebuah lingkup proyek untuk mengatur mutu, sumber daya, dan waktu.

Dari ke-dua penelitian tersebut kemudian disimpulkan bahwa prosedur kerja dan identifikasi kerja yang telah disusun oleh QHSE dan juga oleh Site manager tentunya harus disetujui oleh pimpinan proyek yaitu project manager. Project manager seperti dijelaskan dalam penelitian prianto (2020), Project manager memiliki kewajiban untuk menyaring segala peraturan agar tetap bisa mencapai tujuan yaitu mutu, waktu, dan sumber daya. Kewajiban Project manager dalam meyaring prosedur kerja tersebut kemudian akan dikomunikasikan kepada seluruh jajaran dan pekerja. Sehingga project manager selaku pimpinan pekerja dapat mengetahui, mengantisipasi, dan mengevaluasi QHSE, site manager, dan juga seluruh jalannya pekerja dari sebuah prosedur kerja yang telah dibuat sebelumnya. Sehingga apabila dibuat diagram wewenang K3 dapat dilihat pada gambar 5.6.

Prosedur kerja yang dibuat pada gambar 5.2 hingga 5.10 terdapat pekerjaan ditunda. Pekerjaan yang ditunda tersebut dapat dilanjutkan apabila QHSE dan Site Manager telah melaporkan dan menetapkan solusi bersama dengan project manager. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi kesalahan komunikasi dengan keputusan dan kebijakan yang tepat untuk sebuah pekerjaan yang tidak memenuhi persyaratan.



Gambar 5.9 Wewenang Keselamatan Kerja

5.2.4 Prosedur pengawasan kerja *drone*

5.2.4.1 Teknologi *drone*

Prosedur keselamatan kerja tidak luput dari pengawasan yang harus dilakukan. Beberapa penelitian terdahulu pada bab 2 menyatakan tingkat kesadaran pekerja masih kurang, sehingga diperlukan sebuah pengawasan yang efisien untuk mempercepat proses pengawasan. Penyusunan sistem pengawasan lapangan memerlukan observasi untuk menentukan efisiensi metode pengawasan yang akan dilakukan.

Dalam penelitian ini digunakanlah efisiensi pengawasan menggunakan sistem teknologi *drone* yang dimana dalam bab 3 poin 3.8 telah dijelaskan mengenai piranti penggunaan *drone* untuk sebuah pemetaan dengan beberapa lingkungan penerbangan yang harus dipatuhi. Prosedur kerja dalam pengawasan menggunakan *drone* tentunya memiliki beberapa batasan juga, diantaranya:

1. Daya baterai *drone* yang terbatas pada setiap *drone*
2. Kekuatan sinyal yang terbatas jarak
3. Batas kemampuan operator *drone* yang tidak mampu menjangkau daerah sempit
4. *Drone* tidak mampu terbang dalam cuaca hujan
5. Mematuhi batasan teritorial



Gambar 5.10 Piranti *Drone* Dji Mavic Pro

Drone pada penelitian ini menggunakan DJI Mavic Pro 1, namun penggunaan merek *drone* tersebut tidak lah baku dan wajib. Penggunaan *drone* tersebut dapat disesuaikan namun dengan catatan bahwa *drone* tersebut memiliki spesifikasi yang minimal seimbang untuk digunakan dalam pengawasan kerja (tabel 5.20). *Drone* yang digunakan dalam penelitian memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 5.20 Spesifikasi minimal piranti *drone*

Item	Spesifikasi
camera	1/2.3" (CMOS), <i>Effective pixels</i> :12.35 M (Total pixels:12.71M)
Video recording	HD 120 P & 4K
ISO	Video 100-3200 Photo 100-1600
baterai	3830 MAH
Kemampuan terbang	21-24 menit tergantung kecepatan angin

Lanjutan Tabel 5.20 Spesifikasi minimal piranti *drone*

Item	Spesifikasi
Kecepatan terbang	40 mPh
berat	734 g
Ketinggian terbang maksimal	5000 m
Daya jelajah	13 km (cuaca cerah tanpa angin)
stabilizer	3-axis (<i>pitch, roll, yaw</i>)
Suhu maksimal	42 c

5.2.4.2 Penerbangan *drone*

1. Persiapan

Sebelum dilakukan proses penerbangan pada *drone* diperlukan beberapa pemeriksaan terlebih dahulu agar ketika terbang *drone* tidak mengalami gangguan lisensi dan gangguan fisik. Dalam peraturan perundangan no 90 tahun 2015 dijelaskan mengenai teritori udara dalam penerbangan *drone* sehingga wajib bagi seorang operator *drone* mengetahui kondisi tersebut agar tidak terjadi *Lock fly*. Dari peraturan NO 90 tahun 2015 dan juga dari buku panduan *drone* DJI tersebut kemudian dijabarkan dalam draft tabel (tabel 5.21) untuk melakukan pemeriksaan sebelum melakukan penerbangan *drone*.

2. Penentuan titik penerbangan *drone* (rencana terbang)

Penentuan titik terbang *drone* dilakukan berdasarkan beberapa pemilihan kondisi pekerjaan dan lingkungan kerja. beberapa aspek pemilihan dalam penentuan titik koordinat tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Titik koordinat berada pada kondisi pekerjaan yang padat
- b. Jarak antar titik diusahakan tidak lebih dari 30 meter untuk pengamatan semakin banyak titik pengambilan maka pengamatan akan semakin teliti
- c. Titik koordinat pada satu titik dapat menjangkau luasan yang besar dan halangan yang kecil
- d. Siklus Pengambilan gambar dilakukan searah jarum jam agar memudahkan mapping lapangan

Tabel 5.21 Cheklist pengecekan kondisi dan lingkungan *drone*

Operator :

Diperiksa :

NO	kriteria kondisi	DOKUMEN		
		Sesuai	tidak sesuai	Keterangan
1	Persiapan awal			
	<i>Update software drone</i> pada ponsel			
	Memperoleh izin penerbangan (NOTAMS)			
	Kartu SD memiliki ukuran besar dan membaca format <i>drone</i>			
	Memiliki rencana terbang			
	Operator <i>drone</i> memiliki sertifikasi penerbangan			
2	Sebelum penerbangan			
	pesawat <i>drone</i>			
	seluruh baling-baling <i>drone</i> terpasang sesuai fungsinya			
	kamera <i>drone</i> dan gimbal berfungsi normal			
	baterai <i>drone</i> dalam kondisi terisi penuh dan normal			
	baterai <i>drone</i> dalam kondisi normal			
	memori card pada <i>drone</i> terpasang sesuai fungsi dan isinya			
	indikator status aircraft menyala berwarna hijau			
	remot kontrol <i>drone</i> dan ponsel			
	port hub USB normal tersambung dengan piranti HP			
	tombol 5D berjalan normal			

Lanjutan tabel 5.21 draft pengecekan kondisi dan lingkungan *drone*

NO	kriteria kondisi	DOKUMEN		
		Sesuai	tidak sesuai	Keterangan
	tombol return home berfungsi normal			
	tombol gimbal deal, c1, c2 dan perekam berfungsi normal			
	koordinat piranti HP telah terkunci			
	Cek kekuatan sinyal penerbangan			
	Kalibrasi kompas berjalan normal			
3	Saat penerbangan			
	Cek kondisi 20 detik ketika terbang pertama			
	Kondisi kekuatan signal stabil			
	Kondisi <i>drone</i> dapat dikendalikan melalui remot kontrol			
4	Setelah penerbangan/penurunan			
	Melihat kesesuaian Rekaman gambar yang diambil			
	Menutup kamera dan gimbal dengan tempat khusus			
	Mengecek kondisi fisik <i>drone</i>			
	Mengemas kedalam tempat <i>drone</i> yang sesuai			

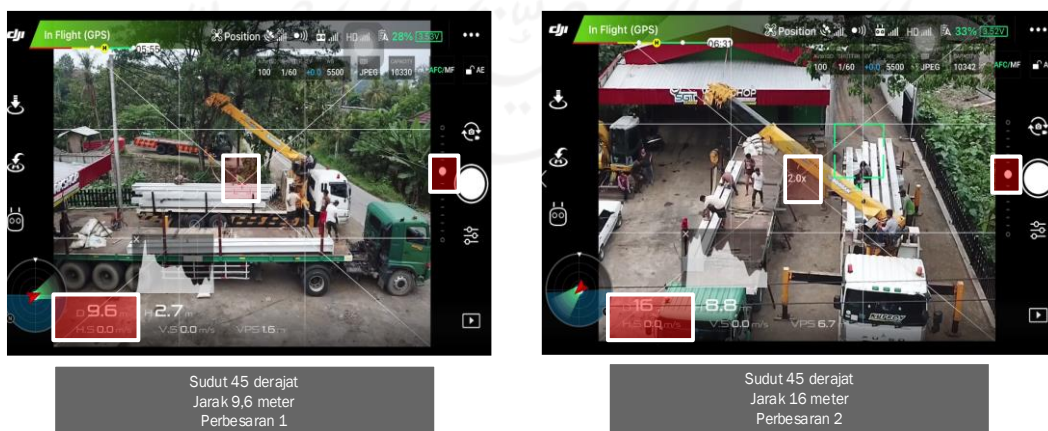
3. Proses penerbangan

Pada saat proses penerbangan dalam penelitian ini menggunakan beberapa kali percobaan terbang untuk menentukan ketinggian *drone*, kecepatan terbang dan zoom in agar gambar terlihat maksimal. Kamera *drone* akan efisien digunakan untuk pengamatan apabila kamera diarahkan pada sudut 30-45 derajat pada titik ini pandangan lingkungan sekitar akan lebih luas apabila dibandingkan dengan kamera yang diarahkan pada 90 dan 180 derajat (gambar 5.8). Namun bukan hanya

pengambilan sudut yang harus diperhatikan, proses penerbangan *drone* juga harus memerhatikan perbesaran gambar dan juga jarak terbang (gambar 5.9) perbesaran lensa (zoom) membuat gambar yang diambil memiliki kualitas yang berbeda. Faktor lain dari pengambilan gambar yang baik adalah jarak obyek dengan *drone* dimana tidak boleh terlalu jauh namun juga tidak boleh terlalu dekat dengan objek untuk menghindari gangguan.



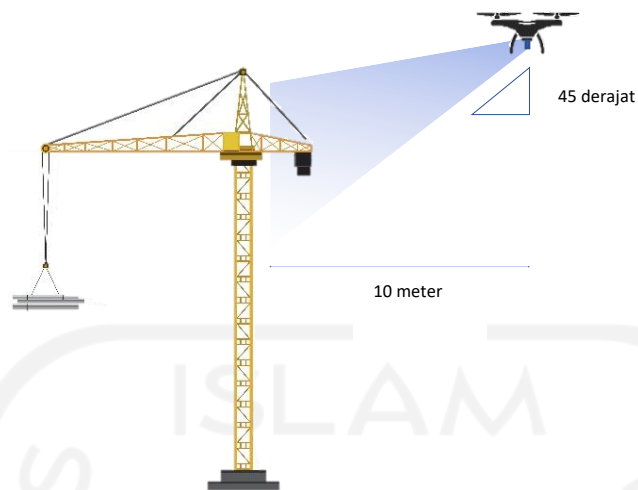
Gambar 5.11 Perbandingan Kemiringan Kamera



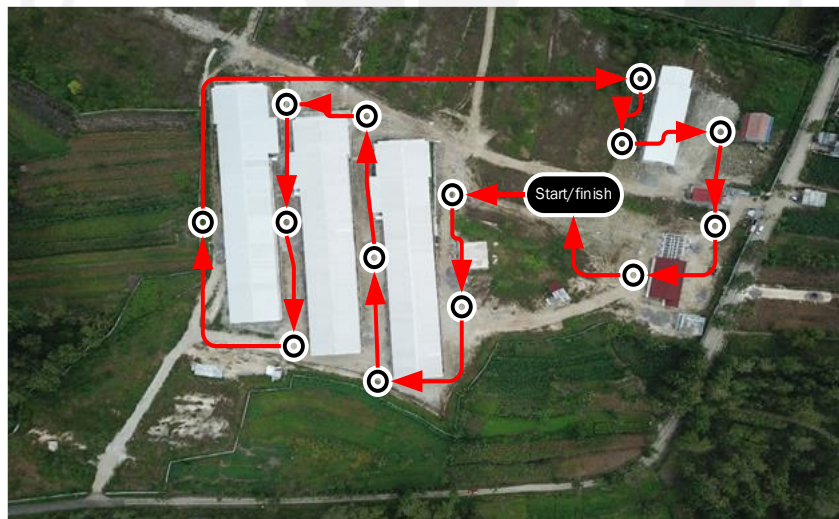
Gambar 5.12 Perbandingan Ketinggian Dan Perbesaran

Jarak pengamatan yang dianggap aman dan nyaman dalam pengamatan ini diambil pada jarak 10 meter. Jarak tersebut dianggap juga sebagai salah satu cara mengamankan (*safety*) perangkat *drone* dari gangguan manusia dan juga gangguan halang rintang. Apabila menggunakan jarak lebih dari 10 meter kejelasan obyek pengamatan tidak maksimal hasil tersebut terlihat pada gambar 5.9. Sehingga, dari proses penerbangan *drone* yang efektif dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Pada saat penerbangan jarak efektif dari bidang adalah 10 meter dengan ketinggian mengikuti kejelasan dari obyek yang akan diamati
- b. Efektifitas kamera *drone* akan maksimal pada kemiringan 30-45 derajat, kemiringan tersebut di anggap dapat mengurangi titik buta pada saat pengamatan.
- c. Kecepatan kamera *drone* efektif pada 8-10 mpH saat pengamatan
- d. Kamera *drone* diusakan berhenti pada titik-titik sesuai rencana terbang dan melakukan perputaran 360 derajat searah jarum jam
- e. Titik buta ditemui pada arah 180 derajat bawah *drone* sehingga saat menggeser *drone* dari 1 titik ke titik lain kamera perlu di move vertikal
- f. *Zoom in* kamera *drone* paling efektif pada 3 kali perbesaran lensa (1,3), tergantung dari resolusi kamera yang dipakai menghindari gambar pecah dan buram
- g. Jarak antar titik diusahakan tidak lebih dari 30 meter untuk pengamatan semakin banyak titik pengambilan maka pengamatan akan semakin teliti, namun harus memerhatikan kapasitas *drone*
- h. Komunikasi dengan petugas staff K3 langsung dilakukan melalui saluran telepon/HT
- i. Ketika ditemui Pelanggaran keselamatan kerja serta lingkungan kerja berbahaya harus dicatat dengan posisi koordinatnya



Gambar 5.13 ilustrasi gambaran jarak *drone*



- = Titik terbang
- ➔ = arah terbang

Gambar 5.14 Contoh Skema Penerbangan Dengan *Drone* Lahan 1

5.2.4.3 Sistem prosedur pelaksanaan pengawasan dengan *drone*

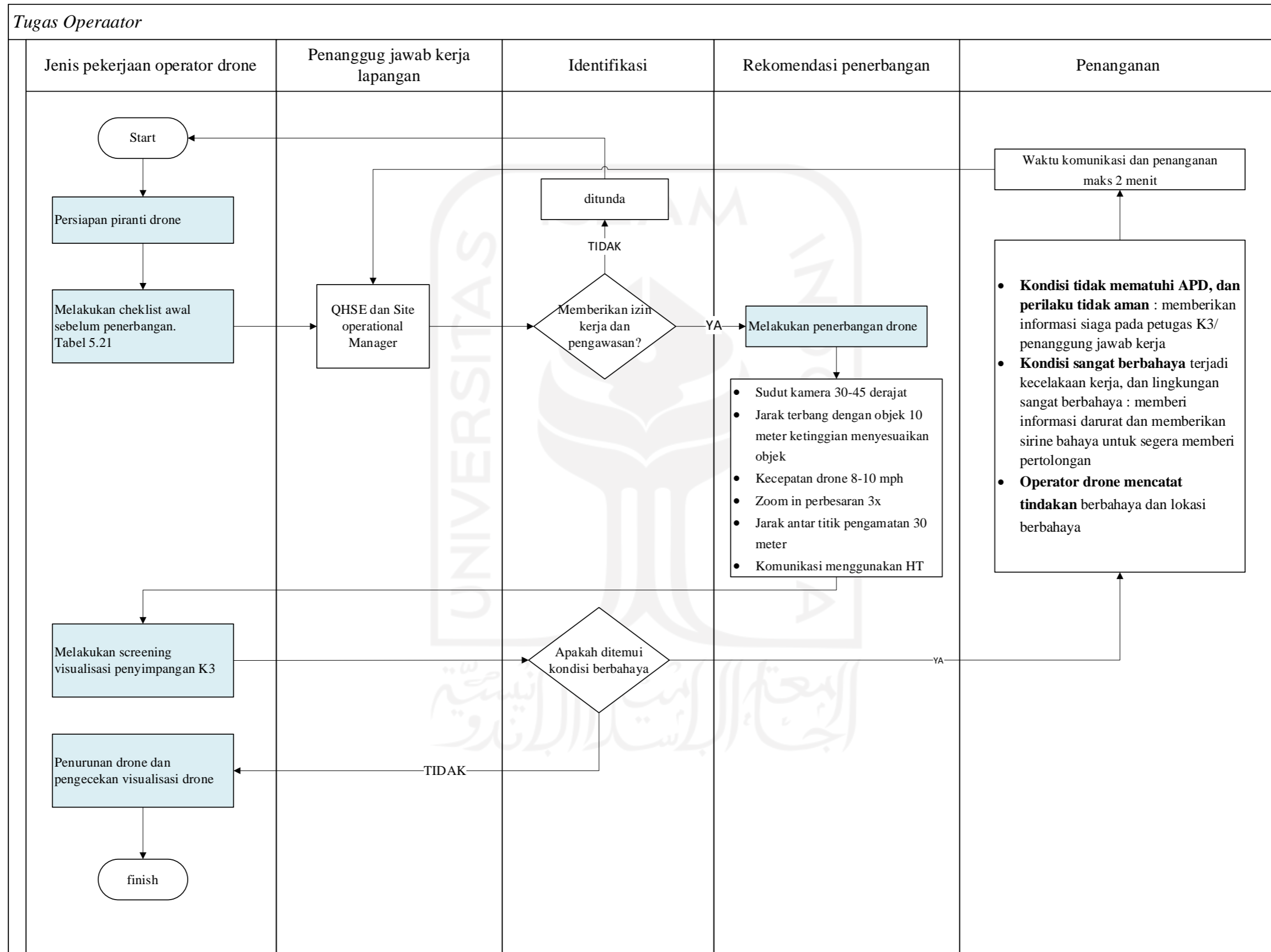
Pada beberapa poin diatas telah dijelaskan mengenai tahapan penerbangan *drone* yang akan dilakukan. Tahapan-tahapan tersebut kemudian dibuat sebuah prosedur pengawasan agar sistematis pelaksanaan tidak tumpang tindih dan dapat jelas dibaca baik oleh operator *drone*, dan staff k3 pada pelaksanaan proyek.

Beberapa poin yang masuk dalam penjabaran prosedur kerja tersebut adalah :

1. Operator *drone* minimal wajib memiliki pengetahuan dan pernah menerbangkan *drone* dan diharuskan memiliki sertifikasi penerbangan *drone* oleh asosiasi terkait seperti APSI (Federasi Aero Sport Indonesia)
2. Hal-hal yang harus dilakukan oleh operator *drone* ketika persiapan, penerbangan dan penurunan *drone*
3. Situasi dan kondisi dari keadaan lingkungan
4. Pemberi izin dalam kaitannya hal ini adalah QHSE dan apabila diperlukan adalah izin dari lingkungan penerbangan sekitar. Penerbangan dapat dapat ditunda dimana Penundaan pengawasan terjadi pada kondisi yang tidak diinginkan seperti halnya cuaca yang tidak baik dan kondisi *drone* yang tidak sesuai, serta belum terdapatnya izin dari pihak terkait. Pencabutan penundaan penerbangan *drone* dapat dilakukan apabila kondisi cuaca, dan kelengkapan *drone* telah dipenuhi.

Sistem pengawasan pelaksanaan pengawasan dengan *drone* dapat dilihat dalam tabel 5.22. Tindak lanjut dari pelaksanaan pelaksanaan pekerjaan adalah teguran berupa *punishment* dan teguran administratif lain apabila tidak menjalankan perintah keselamatan kerja.

Tabel 5.22 Prosedur Penerbangan Drone



5.2.2.4 Visualisasi pengawasan dengan *drone*



Tabel 5.23 Visualisasi hasil pengamatan dengan *drone*

Visualisasi <i>drone</i>	Deskripsi
	<p>KOOR 1 :</p> <p>Area pengangkatan baja pada saat erection tidak steril, dan pekerja terlalu dekat dengan baja</p>
	<p>KOOR 1 :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Area pengangkatan baja pada saat erection tidak steril 2. Tidak terdapat rambu keselamatan
	<p>KOOR 2 :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pada saat pengencangan baut pekerja tidak menggunakan body safety 2. Pada pekerjaan ketinggian tidak terdapat safety life
	<p>KOOR 2 :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pada saat pengencangan baut pekerja tidak menggunakan body safety 2. Pada pekerjaan ketinggian tidak terdapat safety life

Lanjutan tabel 5.23 Visualisasi hasil pengamatan dengan *drone*

Visualisasi <i>drone</i>	Deskripsi
	<p>KOOR 3 :</p> <p>Pemasangan kuda-kuda</p> <p>Body harness tidak digunakan</p> <p>penggunaan APD juga tidak sesuai standart</p>
	<p>KOOR 3 :</p> <p>Perancah yang digunakan rawan jatuh dan tidak ada perkuatan</p>
	<p>KOOR 3 :</p> <p>Banyak pekerja yang berdiri tepat dibawah pekerjaan erection dan tidak dilengkapi piranti K3 yang baik</p>

Lanjutan tabel 5.23 Visualisasi hasil pengamatan dengan *drone*

Visualisasi <i>drone</i>	Deskripsi
	<p>KOOR 3 :</p> <p>Mengangkat beban yang berat dengan tenaga manual dalam pelaksanaan</p>
	<p>KOOR 4 :</p> <p>Pemasangan ikatan angin tidak menggunakan APD yang sesuai resiko terjatuh tinggi</p>

Lanjutan tabel 5.23 Visualisasi hasil pengamatan dengan *drone*

Visualisasi <i>drone</i>	Deskripsi
	<p>KOOR 4 :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Scaffolding</i> tidak dibeai penyangga 2. Pekerja tidak menggunakan <i>body harness</i> 3. Tidak ada rambu area steril pada lingkungan sekitar pekerjaan
	<p>KOOR OT.5</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Webbing sling pada kondisi pertama tidak layak 2. Area steril tidak tersedia ketika pengangkatan

5.2.5 Verifikasi prosedur kerja

Verifikasi prosedur kerja dilakukan dengan beberapa ahli K3 yang telah memiliki sertifikasi dan juga pengalaman pada bidang yang berkaitan dengan penelitian. Berdasarkan pada bab 4 pada bagan alir setelah proses penyusunan

rangkaian prosedur maka diperlukan sebuah verifikasi data agar dapat diperoleh kebenarannya, sehingga dapat dipertanggung jawabkan dan dimanfaatkan oleh publik. Masukan dari narasumber tersebut kemudian digunakan sebagai perbaikan dalam kelanjutan penelitian.

Ahli yang dijadikan narasumber pada verifikasi penelitian ini terdiri dari 2 orang dimana masing-masing akan memverifikasi keselamatan kerja baja dan penggunaan *drone* dalam keselamatan kerja.

1. Proses verifikasi prosedur kerja K3

Nama : lesni

Biodata : - Staff HSE PT wilmar

- Pemilik Sertifikasi Ahli muda K3

Narasumber bertujuan untuk membantu memberikan masukan terhadap rumusan masalah mengenai Bagaimana rekomendasi prosedur kerja yang aman dan baik dalam pekerjaan struktur baja. Tahap verifikasi dilakukan dengan melakukan pemaparan hasil penelitian yang berhubungan terhadap rumusan masalah tersebut. tanggapan narasumber pada penelitian bersifat positif mengenai format yang telah dibuat namun terdapat masukan terutama pada pekerjaan *welding* dimana bunga api dapat menimbulkan kebakaran dan resiko tersebut perlu untuk dimasukkan dalam penelitian sehingga terdapat penanganan yang baik dari pihak terkait. Mengenai pemberi tanggung jawab dan izin pekerjaan yaitu QHSE dan juga SM tidak menjadi masalah karena pada seluruh pekerjaan tentunya diperlukan pengontrol kerja, dan pengkoordinir kegiatan namun tingkat tertinggi dalam suatu pekerjaan konstruksi harus tetap pada *Project Manager* untuk memutuskan kebijakan yang akan diambil. Area berbahaya yang perlu diperhatikan adalah pada pekerjaan ketinggian karena pada kegiatan tersebut sering sulit dijangkau oleh HSE dan luput dalam pengawasan, pekerjaan berikutnya yang menjadi perhatian adalah pekerjaan *welding*. Dalam kesempatan verifikasi data narasumber juga memberikan penilaian kesesuaian pada resiko dimana pada lembar checklist narasumber memberikan penilaian “sesuai” dan “tidak sesuai” berdasarkan pengalaman dan pengetahuan dari narasumber.

2. Proses verifikasi prosedur *drone*

Nama : Rian Aulia Hakim

Biodata : - Staff engginer BIM WIKA pembangunan bandara DOHA
Kediri

- Pemilik Sertifikasi pilot *drone* Indonesia Aero Sport

Proses verifikasi data untuk menjaawab tujuan penelitian mengenai penyusunan sistem prosedur Pemanfaatan *drone* untuk pengawasan pelaksanaan pekerjaan struktur baja dilakukan dengan melakukan pemaparan presentasi melalui aplikasi online. Pada tahap verifikasi tersebut data yang berkaitan dengan hasil penelitian menggunakan *drone* ditampilkan untuk direview sehingga dapat dilakukan perbaikan pada prosedur. Perbaikan pada prosedur kerja yang dikemukakan oleh Bapak Rian mempunyai beberapa poin seperti :

- a. Didalam prosedur kerja seharusnya penerbang/operator telah memiliki sertifikasi standart lisensi
- b. Pemberi izin pada proses penerbangan bukan hanya dilakukan oleh QHSE namun juga harus dari pihak luar seperti halnya asosiasi air nar indonesia dan badan perhubungan
- c. Pemeriksaan kondisi lingkungan harus benar-benar diperhatikan, karena pada saat penerbangan masalah gangguan hidup seperti burung menjadi gangguan yang serius pada kondisi fisik *drone*
- d. Langkah prosedur kerja yang dibuat telah memenuhi kaidah pelaksanaan namun tentunya harus disesuaikan dengan kemampuan pengguna *drone* dan perlu dikembangkan seperti halnya pada aplikasi penggunaan pemetaan.

5.3 Pembahasan

Setelah dilakukan penelitian didapatkan beberapa hasil bahwa dalam pekerjaan baja terdapat beberapa pekerjaan yang memiliki tingkat kecelakaan tinggi. Salah satu tingkat kecelakaan yang paling besar adalah ketika pada pekerjaan ketinggian dan juga *erection* konstruksi.

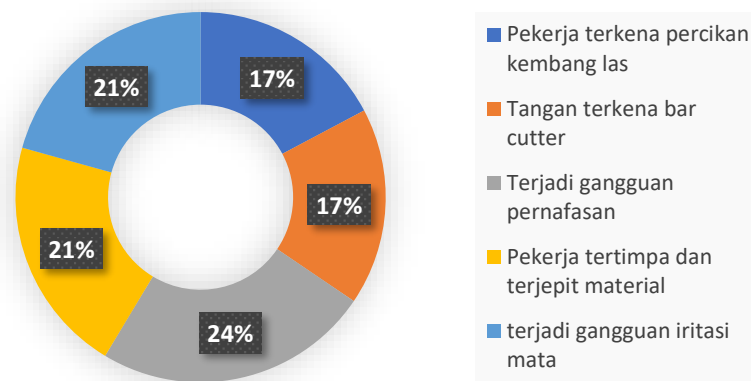
5.3.1 Lingkup pekerjaan berbahaya

Konstruksi baja memiliki beragam resiko dari masing-masing pekerjaannya. Dari hasil penelitian serangkaian proses kerja pada pekerjaan baja memiliki 51

resiko. Banyaknya resiko tersebut menunjukkan bahwa tingkat keselamatan kerja perlu untuk menjadi perhatian. Beberapa resiko pekerjaan yang memiliki rasio tertinggi pada pekerjaan struktur baja.

Namun dari hasil verifikasi bersama dengan nara sumber didapatkan hasil bahwasannya tingkat resiko paling besar yaitu :

1. Pekerjaan di ketinggian
2. Pekerjaan *erection*
3. Pekerjaan *welding* dan *cutting*



Gambar 5.15 resiko paling sering terjadi pada pekerjaan baja

5.3.2 Standart acuan rekomendasi kerja

Acuan pembuatan rekomendasi prosedur kerja terdiri dari beberapa peraturan yang digunakan diantaranya :

5.3.2.1 Keputusan bersama Menteri Tenaga Kerja Dan Menteri Pekerjaan Umum No.Kep 174/MEN/1986

Dalam keputusan menteri Dalam Keputusan Menteri 174/1986 mengenai keselamatan dan kesehatan kerja pada kegiatan konstruksi terdapat beberapa peraturan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian diantaranya :

1. Poin 5.2 peraturan alat pengangkat, yang memuat mengenai aturan tali kawat baja dan juga serat manila, penggunaan penyeimbang bobot, angkat sumbu putar, dan indikator muatan
2. Poin 13.2 persyaratan pemasangan konstruksi baja, memuat mengenai penyediaan penjaminan keselamatan kerja seperti tangga darurat, lifting

appliances serta jala pengaman. Pada poin 13.2 ketika baja di erection secara manual maka metode yang digunakan harus benar dimana beban harus berada pada tumpuan tali yang benar dan seimbang dengan memerhatikan ergonomi pekerja.

3. Poin 13.11 pengecatan, titik berat pada poin ini adalah penggunaan aplikasi serta zat kimia berbahaya yang terkandung dalam cat (lead, krom, arsenik).
4. Poin 13.12 pengelasan dan pemotongan, dimana beberapa poin mengenai keselamatan kerja banyak terdapat pada penggunaan APD yang harus anti terhadap api, arus listrik yang harus diperhatikan, dan penyediaan alat pemadam api dan lingkungan yang aman untuk pengelasan.

5.3.2.2 Peraturan penanganan pertolongan pertama PMI Indonesia NO 15/MEN/VIII/2008

Pertolongan pertama pada kecelakaan di tempat kerja diatur dalam Peraturan NO 15/MEN/VIII/2008. Dalam peraturan tersebut terdapat beberapa klausul yang menyebutkan mengenai pentingnya pelaksanaan dan pemberian petugas P3K. dalam peraturan menteri ini juga disebutkan mengenai fasilitas dari pertolongan pertama yang wajib disediakan oleh penyelenggara kerja seperti halnya ruang kesehatan, kotak P3K dengan isinya dan alat evakuasi.

Selain peraturan menteri mengenai ketersediaan K3, pada penelitian ini juga digunakan buku yang berjudul Pedoman Pertolongan Pertama yang diterbitkan oleh Markas Pusat Palang Merah Indonesia tahun 2004. Dalam buku ini terdapat beberapa penanganan pertolongan pertama pada kecelakaan kerja yang dapat diaplikasikan pada pekerjaan baja.

Tabel 5.24 penanganan pertama kecelakaan kerja

No	Kondisi	Penanganan
1	pendarahan	a. Memberikan tekanan langsung dan menggigit daerah luka pada titik luka menggunakan tangan atau penutup luka Dengan memasang torniket atau alat penghenti tekanan darah

Lanjutan Tabel 5.26 rangkuman penanganan pertama kecelakaan kerja

2	Luka lecet, sobek, memar	<ul style="list-style-type: none"> a. Membersihkan luka dengan antiseptic b. Mengontrol pendarahan apabila ada c. Melakukan pemasangan perban Pada luka memar diberikan kompres es
3	Luka tusuk	<ul style="list-style-type: none"> a. Dilarang mencabut benda yang menusuk tersebut dan Mengendalikan pendarahan dan menstabilakan dengan penutup luka tebal pada bagian luka tusuk
4	Patah tulang dan dislokasi	<ul style="list-style-type: none"> b. Melakukan pemindaian korban, dilarang memindahkan korban pada patah tulang berat dan dislokasi c. Melakukan pembidaian pada tulang dan sendi yang mengalami luka
5	Luka bakar	<ul style="list-style-type: none"> a. Luka bakar percikan api : Menghentikan pendarahan dengan memberi saleb pendingin khusus luka bkar atau minimal membersihkan luka dengan air mengalir b. Luka bakar kimia : membersihkan bahan kimia dengan air mengalir sebanyak mungkin selama 20 menit lalu tutup dengan kasa steril atau obat luka bakar
6	Korban meninggal	<ul style="list-style-type: none"> a. Korban meninggal tidak dapat diangkat oleh orang biasa b. Penanganan pertama adalah dengan menutup jasad korban

5.3.2.3 Peraturan internasional OSHA dan America National Standard

Peraturan internasional digunakan sebagai penguat standart peraturan yang berada di Indonesia. Beberapa peraturan internasional tersebut memiliki kajian yang lebih mendalam sehingga mampu melengkapi peraturan yang telah diterbitkan di Indonesia. Beberapa peraturan internasional yang digunakan adalah :

1. Peraturan *OHSAS title 29 chapter XVII Part 1926 subpart R* mengenai *steel erection* (aturan keselamatan mengenai proses *erection* baja, izin pekerjaan, stabilitas pekerjaan dalam pemasangan struktur serta proses pengangkatan).
2. Peraturan *OHSAS title 29 chapter XVII part 1926 subpart CC* mengenai *crane and derricks in construction* (berisi mengenai cakupan dalam penggunaan crane diantaranya penempatan posisi crane, pengangkatan material berat, penyediaan area steril dalam proses pengangkatan, dan kelayakan komponen crane).
3. Peraturan America National Standart ANSI Z49.1:2021 mengenai *safety in welding, cutting, and aliied proces* (alat keselamatan kerja yang berhubungan dengan penelitian termuat dalam prosedur kerja yang telah dibuat dalam tabel 5.2 hingga 5.10).

5.3.3 Efektifitas pengawasan *drone*

Seperti diketahui penggunaan *drone* memiliki batasan waktu dan juga sumber daya baterai namun dalam pengamatan yang dilakukan sumber daya baterai tersebut dapat digunakan untuk menjangkau 12 poin koordinat dengan panjang lintasan mencapai 1250 meter dalam satu siklus daya baterai. Kelebihan pengamatan dengan menggunakan *drone*

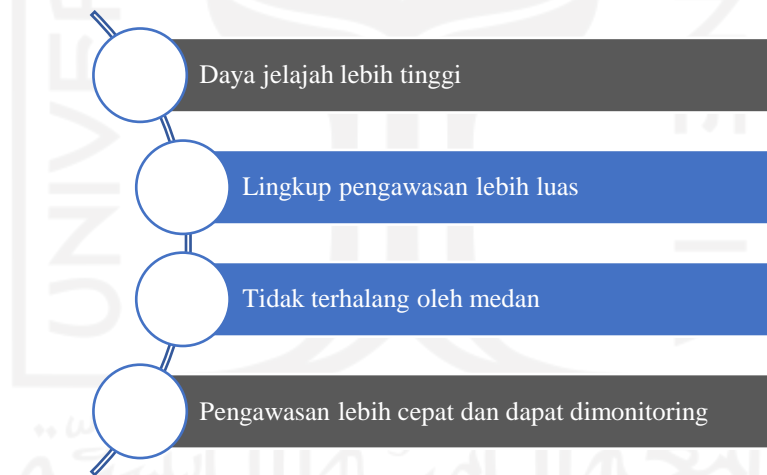
1. Daya jelajah lebih tinggi dibanding dengan pengawasan konvensional
Daya jelajah terkadang menjadi kendala dalam pengawasan secara konvensional pada lahan yang luas. Scanning lapangan tidak dapat dilaksanakan dengan cepat sehingga tidak mampu mengontrol dan mengawasi kondisi berbahaya lingkungan kerja. pada pekerjaan ketinggian pun sistem pengawasan masih dapat berjalan maksimal karena sistem operasional ketinggian *drone* mampu mencapai ketinggian 5 km sehingga pada kondisi tersebut pekerja masih dapat diawasi.
2. Lingkup pengawasan lebih luas
Drone memiliki tangkapan gambar yang luas kerana dapat diatur tinggi rendahnya pengambilan gambar sehingga gambar dapat diambil secara merata dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan, dengan meminimalisir titik buta dan pemborosan waktu.

3. Tidak terhalang oleh medan yang sulit

Pada kondisi lapangan pengamatan medan masih berlapis lumpur dan sulit diakses sekalipun dengan kendaraan pada saat musim hujan. Namun kondisi lintasan tersebut tidak mempengaruhi penggunaan *drone* dalam pengawasan sehingga dalam kondisi jalan yang tidak dapat dilalui pun masih mampu menjangkau lokasi (kondisi tidak hujan).

4. Pengawasan lebih cepat dan dapat dimonitoring manual

seperti diketahui dalam hasil penelitian jarak tempuh *drone* dapat menjangkau panjang lintasan 1200 meter dengan kecepatan maksimal 46 mph, sehingga segala titik pengamatan dapat disesuaikan dengan kebutuhan tergantung dengan kebutuhan pengawasan yang akan digunakan. Monitoring kondisi berbahaya akan cepat untuk direspon oleh petugas K3 yang terbatas dengan tepat sasaran akan langsung menuju ke site. Disamping itu dokumentasi mengenai kondisi berbahaya untuk dijadikan laporan akan semakin tertata karena langsung dapat disimpan base data.



Gambar 5.16 Ilustrasi Kelebihan Pengamatan Dengan *Drone*

Penggunaan pengawasan dengan *drone* tersebut mampu menunjukkan beberapa pelanggaran yang didapatkan sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan, kemudian dari hasil tangkapan visual tersebut dapat langsung dimasukkan. Pada data base pelaporan yang dapat dimonitor oleh direksi dan jajaran terkait.

Penggunaan *drone* dari penelitian yang dilakukan memiliki kemampuan menjangkau area yang luas sehingga dapat digunakan untuk melakukan pengawasan pada beberapa kegiatan konstruksi lain seperti :

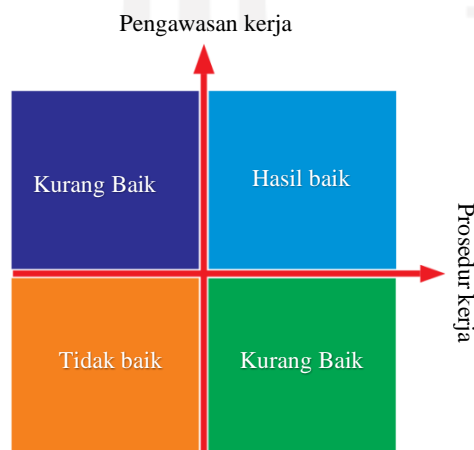
1. Pembangunan waduk atau bendungan
2. Pembangunan jembatan
3. Pembangunan jalan

Dan bagi operator yang telah memiliki keahlian dapat melakukan pengawasan untuk bangunan gedung dan lingkungan yang sempit.

5.3.4 Hubungan pengawasan dan Prosedur kerja

Prosedur kerja merupakan sebuah aturan atau kebijakan yang digunakan secara konsisten dengan tujuan memberi nilai tambah pada sebuah proses yang dilaksanakan pada suatu aktivitas. Pada penelitian yang dilakukan, pekerjaan struktur baja memiliki langkah kerja yang kompleks dengan berbagai resiko yang terdapat didalamnya.

Rata-rata tingkat pengawasan kerja secara manual untuk sebuah luasan 2 hektare mencapai waktu 25 menit (hasil pengamatan pribadi), sedangkan dalam penggunaan *drone* pengawasan kerja dapat dilaksanakan dalam waktu kurang dari 20 menit dengan efisiensi mampu melihat pekerjaan pada ketinggian.



Gambar 5.17 Hubungan Prosedur Kerja Dengan Pengawasan Kerja

Dari gambar diatas didapatkan hasil bahwasannya apabila prosedur kerja diterapkan sesuai fungsinya dengan pengawasan kerja yang efisien dan cepat maka

akan diperoleh minimnya kecelakaan kerja atau dapat disebut hasil baik. namun begitu pula sebaliknya apabila tingkat pengawasan dan prosedur kerja rendah akan mendapatkan hasil buruk dengan banyaknya kesalahan kerja dan kecelakaan kerja (tidak baik). Dalam gambar juga terlihat apabila Pengawasan kerja dan juga prosedur kerja yang dilaksanakan tidak maksimal hanya dilaksanakan salah satunya, maka juga tidak akan menciptakan lingkungan kerja yang aman (kurang baik). Sehingga pengawasan kerja dan prosedur kerja harus seimbang untuk menciptakan hasil baik dengan terciptanya *zero accident*.

5.3.5 Kontrol Mutu Dalam Proses Kerja

Telah disebutkan bahwa Sumber daya dalam manajemen konstruksi terdiri dari *Manpower* (tenaga kerja), *Machines* (peralatan dan mesin), *Material* (bahan bangunan yang digunakan), *Money* (pembiayaan dalam pembangunan), *Method* (metode yang disetujui oleh top management). Salah satu cara pengaturan sumber daya tersebut adalah dengan menciptakan prosedur kerja yang perlu diintegrasikan bersama dengan K3. Integrasi dengan kesehatan dan keselamatan kerja menandakan bahwa pekerjaan bukan hanya sekedar mementingkan hasil kerja dalam suatu pekerjaan namun juga memerhatikan keselamatan nyawa kerja. Penggunaan prosedur kerja integrasi K3 ini ditujukan agar

1. Kesejahteraan pekerja dalam keselamatan terpenuhi
2. Menciptakan budaya kerja yang baik
3. Penyelesaian masalah yang berkelanjutan karena sifat dari prosedur kerja yang terus dapat di update
4. Pekerja memahami langkah kerja yang benar

Penelitian ini juga menemukan manfaat lain dalam bidang pengawasan kerja yang berbasis teknologi menggunakan drone dimana kegunaan dari indra penglihatan dapat digantikan oleh teknologi ini. Penggunaan drone memiliki kelebihan dimana dapat diterbangkan dalam ketinggian tertentu dengan titik buta yang dapat diminimalisir apabila diterbangkan dengan efisien tentunya ini menjadi kelebihan dibandingkan dengan indra penglihatan manusia biasa. Sehingga kelebihan ini bukan hanya bisa dimanfaatkan untuk mengawasi Kesehatan dan keselamatan kerja namun juga bisa digunakan untuk mengontrol mutu pekerjaan.

Pada pekerjaan struktur baja kegiatan pengawasan kontrol mutu tersebut dapat terlihat pada pekerjaan *erection* khususnya pada pekerjaan di ketinggian. Contoh kontrol mutu tersebut adalah pada pemasangan bolt atau baut rafter dan balok. Kontrol mutu dari pengawasan berbasis teknologi ini tentunya masih memerlukan suatu inovasi seperti halnya penambahan aplikasi screening karena pada penelitian ini masih menggunakan cara manual dalam menganalisis data yang didapatkan dilapangan penciptaan aplikasi tentunya dimaksudkan agar setiap kegiatan dapat cepat diketahui kesalahan dan penanganannya.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan merupakan bagian akhir dari penelitian yang digunakan untuk menjabarkan hasil penelitian berdasarkan tujuan penelitian secara singkat. Kemudian saran pada penelitian ini digunakan untuk pengembangan penelitian kedepan agar menjadi lebih baik.

6.1 KESIMPULAN

1. Prosedur kerja yang terintegrasi K3 pada pembangunan struktur baja memiliki output yang berbentuk tabel bagan alir yang didalamnya menyangkup jenis pekerjaan, penanggung jawab, resiko kerja, rekomendasi kerja, APD, dan penanganan kerja, dimana kemudian output tersebut dilakukan verifikasi bersama ahli K3. Terdapat 9 pekerjaan utama pada pekerjaan struktur baja yang saling berhubungan dimulai dari pekerjaan pre-assembly hingga tahap finishing, yang kemudian untuk membentuk prosedur kerja masing-masing item tersebut dihubungkan dengan bagan alir. Prosedur kerja terintegrasi K3 tersebut ditunjukan dalam tabel 5.2 hingga 5.9.
2. Sistem Pengawasan dengan *drone* untuk keselamatan kerja pada pekerjaan struktur baja dimulai dengan melakukan cheklist tabel 5.21, yang dibagi dalam tahap persiapan, sebelum terbang, saat terbang, dan ketika selesai terbang. Kemudian langkah kerja pengawasan (sistem pengawasan) dengan drone ditunjukan pada tabel 5.22. yang didalamnya terdapat hubungan tugas operator, identifikasi kerja, penanggung jawab kerja, dan penanganan tindakan berbahaya pada lingkungan kerja,

6.2 SARAN

1. Prosedur kerja pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan untuk pekerjaan konstruksi seperti halnya pada pekerjaan jalan, jembatan dan sebagainya dan juga dapat dikembangkan dalam pekerjaan non konstruksi lain seperti sistem kerja pelaporan dan administrasi.

2. Efisiensi dalam penerapan prosedur kerja dengan pengawasan menggunakan *drone* dapat dikembangkan dengan melakukan penelitian kuantitatif untuk mengetahui perbandingan kecepatan, efisiensi biaya, dan peningkatan kepatuhan pekerja dan efisiensi
3. Pemanfaatan *drone* dapat digunakan untuk audit SMK3 namun penelitian untuk hal ini belum ada dan dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya
4. Pembuatan sistem teknologi aplikasi dalam prosedur kerja dan pengawasan kerja.



DAFTAR PUSTAKA

- Zhang, P., Lingard, H. (2014). *Work-Health And Safety-Risk Perceptions Of Construction-Industry Stakeholders Using Photograph-Based Q Methodology*. *Journal American Society Of Civil Engginers*.
- Idoro, G., (2011). *Comparing Occupational Health And Safety (OHS) Management Efforts And Performance Of Nigerian Construction Contractors*. *Journal Of Construction In Developing Countries*.
- Minhal. S.M. (2015). *A Study of Health, Safety and Environment (HSE) Practices of Multi-storey Building Projects at Lahore (Pakistan)*. Master of Science in Construction Engineering and Management. lahore
- Harianto, F., (2019). *Risiko Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan Penulangan, Pelat, Balok Dan Kolom Di Gedung Bertingkat*. Institut Teknologi Adhi Tama. Surabaya.
- Umam, K., Dkk. (2020). *Kajian Sistem Manajemen K3 Dan Tingkat Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan Struktur Baja Di PLTU Tanjung Jati B Unit 5 Dan 6 Jepara*. Universitas Nahdlatul Ulama Jepara. Jepara.
- Panjaitan, S., (2019). *Pengaruh Unsafe Action Terhadap Kecelakaan Kerja Pada Pekerja Konstruksi Di Pt Dap Perumahan Citra Land Bagya City Kota Medan*. Universitas Prima Indonesia.
- Lubis, N.D., (2020). *Identifikasi Potensi Kecelakaan Kerja Dan Upaya Keselamatan Kerja Pada Pelaksanaan Girder.*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Rani, H., (2016). *Manajemen proyek konstruksi*. CV Budi Utama. Yogyakarta.
- Bhaskara, A., (2017). *Prosedur Kerja Terintegrasi Untuk Area Pekerjaan Basement*. Magister Teknik sipil dan perencanaan Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Rifani, Y., (2018). *Penerapan K3 konstruksi dengan menggunakan metode hiradc pada pekerjaan akses jalan masuk*. Universitas Tanjungpura. Kalimantan barat.
- Suma'mur. (1987). *Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan Kerja*. CV Haji Masagung, Jakarta.
- Mahendra, R. (2015). *Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Perilaku Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) Pada Pekerjaan Ketinggian Di PT.X*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (E-Journal)*. UNDIP.
- Labombang, M. (2011). *Manajemen Resiko Dalam Proyek Konstruksi*. *Jurnal SMARTek*.

- Yufahmi, I. (.....). *Analisis Risiko Bahaya dan Upaya Pengendalian Kecelakaan Kerja dengan Metode Hirarki Pengendalian Bahaya pada Area Penambangan Batu Gamping Bukit Karang Putih di PT. Semen Padang, Sumatera Barat*. Teknik pertambangan. Universitas Negeri padang.
- Ramli, S (2013). *Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja OHSAS 18001*. Dian rakyat, Jakarta.
- Endroyo, B. (2007). *Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja Konstruksi*. Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Pendidikan Kuantitatif, Kualitatif*. Alfabeta. Bandung.
- Afuanayah, D.A. (2015). *Analisa Pencapaian Health Safety Environment (Hse) Performance Indicator Pada Kontraktor Berdasarkan Contractor Safety Management System (Csms) Pt. X Purwokerto*. Jurnal kesehatan masyarakat. UNDIP.
- Peraturan Menteri No 21/M.PAN/11/2008. Tentang Pedoman penyusunan standart operasi prosedur administrasi pemerintahan. MENPAN.
- Peraturan menteri No 09 Tahun 2016. Tentang Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Dalam Pekerjaan Ketinggian.
- Undang-Undang No 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja.
- Agustin, R. (2020). *Faktor Penyebab Dasar Pada Terjadinya Kecelakaan Kerja Sektor Konstruksi*. Jurnal Ilmiah mahasiswa.
- Herianto, F. (2019). *Risiko Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan Penulangan Pelat, Balok Dan Kolom Di Gedung Bertingkat*. Institit Teknologi Adhi Tama. Surabaya
- Wiradikusumah, R, D. *Tantangan Masalah Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Proyek Konstruksi Di Indonesia*. ACADEMIA
- Arifin, M. (2014). *Instrumen Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, Dan Pengembangan*. Program Pascasarjana, Universitas Negeri Malang.
- Margono, S. (1997). *Metodologi Penelitian Pendidikan*, Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Anggiani, Karina. (2015). *Program Biomethagreen Sebagai Kegiatan Corporate Social Responsibility Pt Pln (Persero) Distribusi Jawa Barat Dan Banten*. Fakultas Ilmu Komunikasi. Universitas Padjadjaran.
- Mulyo, Yusak. (2020). *Evaluasi Sistem Manajemen Risiko Keselamatan Kerja pada Pekerjaan Struktur Atas Di Proyek Pembangunan LRT Cawang–Dukuh Atas*. Media Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Bung Karno, Jakarta.
- Smelko.Com. Operator Safety Gear. Diakses Pada 09 Mei 2022 http://smelko.com/?page_id=2903.

Keputusan Bersama Menteri Tenaga Kerja Dan Menteri Pekerjaan Umum No.Kep 174/MEN/1986 Tentang Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Tempat Kegiatan Konstruksi

Peraturan Penanganan Pertolongan Pertama PMI Indonesia NO 15/MEN/VIII/2008

Peraturan Menteri Perhubungan NO 37 Tahun 2020 Tentang Pengoperasian Pesawat Udara Tanpa Awak Di Ruang Udara Yang Dilayani Indonesia

OHSAS title 29 chapter XVII Part 1926 subpart R. steel erection

OHSAS title 29 chapter XVII part 1926 subpart CC mengenai crane and derricks in construction

Purwanti, Heny. (2016). *Penerapan Keselamatan, Kesehatan, Kerja Dan Lingkungan (K3L) Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi*. Jurnal Teknik Volume I edisi 27.





LAMPIRAN

PEKERJAAN DAN RESIKO PEKERJAAN STRUKTUR BAJA

verifikasi tes : penilaian kebenaran resiko

tata cara penilaian : centang/sentuh pada kotak checklist yang sesuai

	PEKERJAAN	RESIKO	CHECKLIST	
			SESUAI	TDK SESUAI
1	pekerjaan pre assembly	Pekerja terkena percikan kembang las	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Terjadi ledakan tabung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Tangan terkena bar cutter	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Menginjak material tajam	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Pekerja tersetrum	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Terjadi gangguan pemafasan	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Pekerja tertimpa dan terjepit material	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Mengalami hernia nukleus pulposus akibat terlalu mengangkat beban berlebih	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	pekerjaan assembly	Pekerja terkena percikan kembang las	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Terjadi ledakan tabung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Tangan terkena bar cutter	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Menginjak material tajam	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Pekerja tersetrum	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Terjadi gangguan pemafasan	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Pekerja tertimpa dan terjepit material	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Mengalami hernia nukleus pulposus akibat terlalu mengangkat beban berlebih	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	pekerjaan sand blasting	Terjadi gangguan pemafasan	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		pekerja mengalami iritasi kulit	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		terjadi gangguan iritasi mata	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Terjadi ledakan tabung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	finishing assembly	Terjadi gangguan pemafasan	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PEKERJAAN DAN RESIKO PEKERJAAN STRUKTUR BAJA

verifikasi tesis : penilaian kebenaran resiko

tata cara penilaian : centang/sentuh pada kotak checklist yang sesuai

PEKERJAAN		RESIKO	CHECKLIST	
			SESUAI	TDK SESUAI
		Pekerja mengalami iritasi kulit	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		terjadi gangguan iritasi mata	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Menginjak material tajam	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	mobilisasi baja	Pekerja tertimpa dan terjepit material	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Terjadi kecelakaan lalu lintas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Alat berat ambles dan terguling	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Menabrak benda hidup	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	pemasangan angkur	Pekerja terkena percikan kembang las	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Terjadi ledakan tabung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Tangan terkena bar cutter	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Menginjak material tajam	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Pekerja tersetrum	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Terjadi gangguan pemafasan	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		terjadi gangguan iritasi mata	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	erection kolom dan balok	Pekerja jatuh dari ketinggian	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Alat berat ambles dan terguling	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Pekerja tertimpa dan terjepit material	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Pekerja tertimpa scaffolding	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Mengalami hernia nukleus pulposus akibat terlalu mengangkat beban berlebih	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Tangan terkena bar cutter	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Terjadi gangguan pemafasan	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PEKERJAAN DAN RESIKO PEKERJAAN STRUKTUR BAJA

verifikasi tesis : peniliran kebenaran resiko

tata cara peniliran : centang/sentuh pada kotak checklist yang sesuai

PEKERJAAN	RESIKO	CHECKLIST	
		SESUAI	TOK SESUAI
	terjadi gangguan iritasi mata	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	erection atap		
	Pekerja jatuh dari ketinggian	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Alat berat ambles dan terguling	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Pekerja tertimpa dan terjepit material	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Pekerja tertimpa scaffolding	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Mengalami hernia nukleus pulposus akibat terlalu mengangkat beban berlebih	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Tangan terkena bar cutter	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Terjadi gangguan pemafasan	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	terjadi gangguan iritasi mata	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Pekerja terkena percikan kembang las	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	finishing top coat		
	Pekerja jatuh dari ketinggian	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Pekerja tertimpa dan terjepit material	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Pekerja tertimpa scaffolding	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	terjadi gangguan iritasi mata	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

الجمهورية العربية السورية
الجامعة اللبنانية
الكلية الهندسية

RESIKO YANG TERJADI PADA PEMBANGUNAN STRUKTUR BAJA

NO	pekerjaan	kode	terjadinya resiko
1	Pekerja terkena percikan kembang las	a	5
2	Terjadi ledakan tabung	b	4
3	Tangan terkena bar cutter	c	5
4	Menginjak material tajam	d	4
5	Pekerja terserum	e	3
6	Terjadi gangguan pemafasan	f	7
7	Pekerja tertimpa dan terjepit material	g	6
8	Mengalami <i>hernia nukleus pulposus</i> akibat terlalu mengangkat beban berlebih	h	4
9	pekerja mengalami iritasi kulit	i	2
10	terjadi gangguan iritasi mata	j	6
11	terjadi kecelakaan lalu lintas	l	1
12	menabrak benda hidup	m	1
13	Alat berat amblas dan terguling	n	3
14	Pekerja jatuh dari ketinggian	o	3
15	Pekerja tertimpa <i>scaffolding</i>	p	3

PERHITUNGAN PROSENTASE RESIKO YANG TERJADI

pekerjaan	kode	terjadinya resiko	Prosentase
Pekerja terkena percikan kembang las	a	5	17,2
Tangan terkena bar cutter	c	5	17,2
Terjadi gangguan pemafasan	f	7	24,1
Pekerja tertimpa dan terjepit material	g	6	20,7
terjadi gangguan iritasi mata		6	20,7

Tabel Rencana Jadwal Penyelesaian Laporan

NO	BULAN	februari				maret				april				mei				juni			
	MINGGU KE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	KEGIATAN																				
1	Seminar proposal	■																			
2	persiapan																				
	membuat daftar data yang dibutuhkan	■	■																		
3	pengambilan data																				
	pengamatan/survei			■	■	■															
	pengambilan dokumentasi kerja			■	■	■															
4	analisis																				
	pembuatan resiko kerja						■	■	■												
	pembuatan SOP								■	■	■										
5	verifikasi data SOP																				
6	pembuatan sistem pelaksanaan dengan drone										■	■	■	■							
7	penyusunan laporan tesis																				
	laporan sementara													■	■	■	■				
	laporan akhir															■	■	■	■	■	■

