ANALISIS POTENSI BAHAYA PEKERJAAN *CEMENTING* DENGAN MENGGUNAKAN METODE REKAYASA *ENGINEERING* DISUMUR PT. PERTAMINA EP REGIONAL 1 *ZONE* 4 PRABUMULIH

LAPORAN TUGAS AKHIR

MUHAMMAD ILHAM RAMADANI
2023310084

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PRABUMULIH
2026

ANALISIS POTENSI BAHAYA PEKERJAAN *CEMENTING* DENGAN MENGGUNAKAN METODE REKAYASA *ENGINEERING* DISUMUR PT. PERTAMINA EP REGIONAL 1 *ZONE* 4 PRABUMULIH

Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Ahli Madya Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Prabumulih

MUHAMMAD ILHAM RAMADANI
2023310084

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PRABUMULIH

2026

ANALISIS POTENSI BAHAYA PEKERJAAN *CEMENTING* DENGAN MENGGUNAKAN METODE REKAYASA *ENGINEERING* DISUMUR PT. PERTAMINA EP REGIONAL 1 *ZONE* 4 PRABUMULIH

Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Tugas Akhir Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih

MUHAMMAD ILHAM RAMADANI
2023310084

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PRABUMULIH

2026

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS POTENSI BAHAYA PEKERJAAN *CEMENTING* DENGAN MENGGUNAKAN METODE REKAYASA *ENGINEERING* DISUMUR PT. PERTAMINA EP REGIONAL 1 *ZONE* 4 PRABUMULIH

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Tugas Akhir Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih

Oleh:

Muhammad Ilham Ramadani

2023310084

Prabumulih, 18 Juni 2026

Pembimbing I	Pembimbing II
Ridho Yovanda, S.T., M.T.	**Syelly Eka PermataSari, S.Pd., M.Pd**
NUPTK. 5250771672130283	**NUPTK. 3946770671230312**

Ketua Program Studi
Teknik Pertambangan

Ridho Yovanda, S.T., M.T.
NUPTK. 5250771672130283

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir berupa laporan tugas akhir ini dengan judul "Analisis Potensi Bahaya Pekerjaan *Cementing* Dengan Menggunakan Metode Rekayasa *Engineering* di Sumur PT. Pertamina EP Regional 1 *Zone* 4 Prabumulih" telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih pada tanggal 18 Juni 2026.

Prabumulih 18 Juni 2026

Tim Penguji Tugas Akhir

Ketua:

1. Ridho Yovanda, S.T., M.T.
   NUPTK. 5250771672130283

Anggota:

2. Syelly Eka PermataSari, S.Pd., M.Pd.
   NUPTK. 3946770671230312

3. Rodiyah Nursani, S.Si., M.T.
   NUPTK. 3633756657230142

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik	Program Studi Teknik Pertambangan
Dr. Ir. Aris Susilo, S.T., M.T., IPM	Ridho Yovanda, S.T., M.T.
NUPTK. 9944755656130172	NUPTK. 5250771672130283

PENYATAAN INTEGRITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Muhammad Ilham Ramadani

NIM 2023310084

Program Studi : Teknik Tambang

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa, tugas akhir ini benar-benar merupakan hasil karya saya dan tidak terdapat karya orang lain, apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa tugas akhir ini hasil *plagiasi*, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku atas perbuatan tersebut.



Prabumulih, 18 Juni 2026

Yang membuat Pernyataan,

Muhammad Ilham Ramadani

NIM. 2023310084

ABSTRAK

Analisis Potensi Bahaya Pekerjaan *Cementing* Dengan Menggunakan Metode Rekayasa *Engineering* di Sumur PT. Pertamina EP Regional 1 *Zone* 4 Prabumulih

Muhammad Ilham Ramadani, 2023310084, 2026

Penelitian ini dilakukan pada kegiatan operasi cementing sumur Pertamina di lokasi Talang Jimar, Prabumulih, Sumatera Selatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, serta menentukan pengendalian risiko pada setiap tahapan pekerjaan *cementing*. Metode penelitian yang digunakan meliputi observasi lapangan, wawancara, serta studi dokumen seperti SOP dan JSA. Proses *cementing* merupakan salah satu tahapan penting dalam operasi pemboran yang berfungsi untuk mengisolasi zona formasi, menjaga integritas sumur, serta mencegah perpindahan fluida antar lapisan. Kegiatan ini melibatkan peralatan bertekanan tinggi dan bahan kimia sehingga memiliki potensi risiko kecelakaan kerja yang tinggi. Tahapan pekerjaan yang dianalisis meliputi mobilisasi, *rig up line*, *pressure test line*, *mixing chemical*, pemompaan, hingga *rig down line*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar aktivitas berada pada kategori risiko tinggi dengan nilai dominan antara 15 hingga 20. Risiko tertinggi terdapat pada pekerjaan bertekanan tinggi dan paparan bahan kimia. Pengendalian risiko dilakukan menggunakan metode *engineering control* seperti pressure *relief valve*, sistem tertutup, dan *emergency shutdown system*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan pengendalian teknis dapat menurunkan tingkat risiko secara signifikan dan meningkatkan keselamatan kerja di lapangan.

Kata Kunci: *Cementing*, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), HIRARC, Risiko, *Engineering Control*.

ABSTRACT

Analysis of Potential Hazards of Cementing Work Using Engineering Methods at PT. Pertamina EP Regional 1 Zone 4 Prabumulih

Muhammad Ilham Ramadani, 2023310084, 2026

This research was conducted during Pertamina's well cementing operations at the Talang Jimar site in Prabumulih, South Sumatra. The aim of the study was to identify potential hazards, assess risk levels, and determine risk controls at each stage of the cementing process. The research methods used included field observation, interviews, and document studies such as SOPs and JSAs. The cementing process is a crucial stage in drilling operations, serving to isolate formation zones, maintain well integrity, and prevent fluid transfer between layers. This activity involves high-pressure equipment and chemicals, thus carrying a high potential risk of work accidents. The work stages analyzed included mobilization, rig upline, pressure test line, chemical mixing, pumping, and rig downline. The results showed that most activities were categorized as high-risk, with dominant values ranging from 15 to 20. The highest risks were found in high-pressure work and chemical exposure. Risk control was implemented using engineering control methods such as pressure relief valves, closed systems, and emergency shutdown systems. The results showed that the implementation of engineering controls can significantly reduce risk levels and improve work safety in the field.

***Keywords**: Cementing, Occupational Safety and Health (OHS), HIRARC, Risk, Engineering Control.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul "Analisis Potensi Bahaya Pekerjaan *Cementing* Dengan Menggunakan Metode Rekayasa *Engineering* Disumur PT. Pertamina Ep Regional 1 *Zone* 4 Prabumulih". Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Ahli Madya di Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih. Penulis banyak menerima bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Yuniar Pratiwi, S.SI., M.Si., Rektor Universitas Prabumulih
2. Bapak Dr. Ir.Aris Susilo, S.T., M.T., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih
3. Bapak Ridho Yovanda, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan, Sekaligus pembimbing I.
4. Ibu Syelly Eka Permatasari, S.Pd., M.Pd., Sebagai Pembimbing II.
5. Ibu Rodiyah Nursani, S.Si., M.T., Sebagai Dosen Penguji Tugas Akhir.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
7. Bapak/Ibu staf administrasi Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
8. Kepala Perusahaan, Pimpinan dan seluruh staf Perusahaan PT. Bukitapit Bumi Persada yang telah memberikan izin melakukan penelitian.
9. Kedua orang tua, serta keluarga penulis yang selalu memberikan semangat dan doa kepada penulis.
10. Istri tercinta, yang dengan penuh kesabaran dan pengertian telah mendampingi penulis selama menempuh masa studi hingga penyusunan tugas akhir ini selesai .
11. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih khususnya Angkatan 2023 serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Laporan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan yang belum penulis sadari. Kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan dari semua pihak untuk kesempurnaan Laporan Tugas Akhir.

Prabumulih, 18 Juni 2026

Muhammad Ilham Ramadani
2023310084

DAFTAR ISI

halaman

HALAMAN PENGESAHAN ..... **iv**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **v**
HALAMAN PERSETUJUAN ..... **vi**
PENYATAAN INTEGRITAS ..... **vii**
ABSTRAK ..... **viii**
ABSTRACT ..... **ix**
KATA PENGANTAR ..... **x**
DAFTAR ISI ..... **xii**
DAFTAR TABEL ..... **xiv**
DAFTAR GAMBAR ..... **xv**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xvi**
DAFTAR SINGKATAN ..... **xvii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Peneliatian 2
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Batasan Masalah 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **4**
2.1 Deskripsi Lokasi Penelitian 4
2.2 Landasan Teori 6
2.2.1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) 6
2 2.2 Bahaya dan Potensi Bahaya pada Industri Minyak dan Gas Bumi 7
2.2.3 Proses *Cementing* 7
2.2.4 Identifikasi Bahaya pada Pekerjaan *Cementing* 14
2.2.5 Kecelakaaan Kerja 16
2.2.6 Risiko 17
2.2.7 Risiko Kerja pada Pekerjaan *Cementing* Sumur Perminyakan 17
2.2.8 Manajemen Risiko 18
2.2.9 Pengendalian Risiko Keselamatan Kerja pada Pekerjaan *Cementing* 21

2.2.10 Pengendalian Risiko dengan Metode Rekayasa *Engineering*.... 21
2.2.11 Rekayasa *Engineering* dalam Pekerjaan *Cementing* Perminyakan 22
2.2.12 Penerapan Rekayasa *Engineering* sebagai Pengendalian Potensi Bahaya *Cementing* 22
2.2.13 Alat Pelindung Diri (APD) dan *Material Safety Data Sheet* (MSDS) pada Pekerjaan *Cementing*..... 23
2.2.14 Analisis Potensi Bahaya Pekerjaan *Cementing* Menggunakan Metode Rekayasa *Engineering* 26
BAB III METODE PENELITIAN..... **27**
3.1 Alokasi Waktu Kegiatan Penelitian 27
3.2 Tahapan Penelitian..... 27
3.3 Bagan Alir Penelitian..... 29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... **30**
4.1 Identifikasi dan Analisis Potensi Bahaya serta Risiko dan Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan *Cementing* 30
4.2 Analisis Risiko dan Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan *Cementing* 33
4.2.1 Hasil Penilaian Risiko dan Pengendalian Risiko berdasarkan Metode Rekayasa *(Engineering Control*) 33
4.2.2 Skala Probabilitas..... 33
4.2.3 Kriteria Penentuan Probabilitas 34
4.2.4 Skala Dampak..... 35
4.2.5 Penilaian Risiko..... 37
4.2.6 Kategori Tingkat Risiko..... 46
4.2.7 Analisis Hasil Penilaian Risiko berdasarkan Tabel Penilaian Risiko 47
4.2.8 Analisis Risiko berdasarkan Hasil Kuisioner 48
4.3 Langkah- Langkah Pengendalian Potensi Bahaya Pekerjaan *Cementing* 49
4.3.1 Pengendalian Bahaya di Tempat Kerja..... 49
4.3.2 Efektivitas Pengendalian..... 51
BAB V PENUTUP..... **52**
5.1 Kesimpulan 52
5.2 Saran 54

DAFTAR PUSTAKA **55**
LAMPIRAN. **58**

DAFTAR TABEL

halaman

Tabel 3.1 Jadwal Rencana Penelitian 27
Tabel 4.1 Tabel Identifikasi Potensi Bahaya dan Dampak Tahapan Pekerjaan *Cementing* 30
Tabel 4.2 Tabel Skala Probabilitas 32
Tabel 4.3 Dampak Terhadap Manusia 34
Tabel 4.4 Dampak Terhadap Peralatan/Aset 34
Tabel 4.5 Dampak Terhadap Lingkungan 35
Tabel 4.6 Hasil Penilaian Risiko 36
Tabel 4.7 Skala Penilaian Risiko 45
Tabel 4.8 Kategori Risiko 45

`

DAFTAR GAMBAR

halaman

Gambar 2.1 Peta Kesampaian PT BBP dan Lokasi *Job Cementing*.....4
Gambar 2.2 Lokasi Penelitian 5
Gambar 2.3 Penyampaian PA kepada tim.....8
Gambar 2.4 Mobilisasi Unit, Bahan kimia dan Personel 9
Gambar 2.5 Proses Pengaturan Posisi Unit 10
Gambar 2.6 Proses *Rig up line* dari pompa ke *Rig*.....10
Gambar 2.7 Proses *Mixing chemical/additive* 11
Gambar 2.8. Hierarki Pengendalian Risiko.....19
Gambar 2.9 *Safety Helmet*.....23
Gambar 2.10 *Safety Gloves* 24
Gambar 2.11 *Safety Glasses*.....24
Gambar 2.12 *Safety Shoes* 25
Gambar 2.13 *Coverall* 25
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian.....29
Gambar 4.1 Diagram Risiko Potensi Bahaya Responden 47
Gambar 4.2 Diagram Pengendalian Bahaya di Tempat Kerja Responden 1.....48
Gambar 4.3 Diagram Pengendalian Bahaya di Tempat Kerja Responden 2.....49
Gambar 4.4 Diagram Efektivitas Pengendalian Responden.....50

DAFTAR LAMPIRAN

halaman

LAMPIRAN A Dokumentasi Pengarahan Pengisian *Form* 58
LAMPIRAN B Dafar Pertanyaan Kuisioner Penelitian 59
LAMPIRAN C *Task Hazard Assesment* 63
LAMPIRAN D *Job Safety Analysis* 68
LAMPIRAN E Hasil Pengisian Kuisioner Personil PT BBP..... 70

UNIVERSITAS PRABUMULIH
UNPRA
2000

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	**Kepanjangan**
RA	: *Risk Assessme*nt
JSA	: *Job Safety Analysis*
THA	: *Task Hazard Assessment*

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri minyak dan gas bumi (migas) masih memegang peranan penting sebagai sumber energi utama dunia meskipun penggunaan energi terbarukan terus berkembang. Sektor migas tetap menjadi penopang utama kebutuhan energi pada bidang transportasi, industri, dan pembangkitan listrik. Aktivitas eksplorasi dan produksi migas yang semakin kompleks menyebabkan meningkatnya potensi risiko kerja karena melibatkan tekanan tinggi, penggunaan peralatan berat, serta bahan kimia berbahaya yang dapat memicu kecelakaan kerja apabila tidak dikendalikan dengan baik (Sugiharto, 2025).

Sektor migas di Indonesia memiliki kontribusi penting dalam mendukung ketahanan energi nasional. Kegiatan operasional pada sektor hulu migas memiliki tingkat risiko kerja yang tinggi sehingga diperlukan penerapan sistem keselamatan dan kesehatan kerja (K3) secara efektif dan berkelanjutan. Identifikasi bahaya dan penilaian risiko menjadi langkah penting dalam mencegah terjadinya kecelakaan kerja pada kegiatan operasional migas (Ambarani & Tualeka, 2021).

Meningkatnya aktivitas operasional migas berbanding lurus dengan meningkatnya risiko kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja pada sektor migas umumnya disebabkan oleh bahaya teknis yang tidak teridentifikasi secara optimal dan pengendalian risiko yang belum memadai. Pengendalian yang hanya berfokus pada prosedur administratif dan penggunaan alat pelindung diri dinilai kurang efektif, sehingga pengendalian berbasis rekayasa *engineering* lebih direkomendasikan karena mampu mengurangi potensi bahaya langsung dari sumbernya (Maulana *et.al* 2024).

PT Pertamina EP sebagai salah satu perusahaan hulu migas nasional menghadapi berbagai tantangan keselamatan kerja, khususnya pada kegiatan operasi sumur. Salah satu pekerjaan dengan tingkat risiko tinggi adalah pekerjaan *cementing*, yaitu proses penyemenan sumur yang bertujuan menjaga integritas sumur, mencegah migrasi *fluida*, serta menjamin keselamatan operasi jangka panjang. Proses *cementing* melibatkan tekanan tinggi, *slurry* semen, bahan kimia

tambahan, dan peralatan bertekanan tinggi sehingga memiliki potensi bahaya seperti kegagalan peralatan, kebocoran tekanan, dan paparan bahan kimia (Sugiharto, 2025).

Potensi bahaya pada pekerjaan *cementing* yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan dampak serius berupa cedera pekerja, kerugian ekonomi, dan gangguan operasional perusahaan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode *Hazard Identification and Risk Assessme*nt (HIRA) serta *Hazard Identification Risk Assessment and Control* (HIRARC) efektif digunakan dalam mengidentifikasi dan menilai potensi bahaya kerja secara sistematis. Namun, penelitian yang secara khusus membahas penerapan pengendalian berbasis rekayasa *engineering* pada pekerjaan *cementing* masih terbatas (Maulana *et.al* 2024).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian mengenai analisis potensi bahaya pekerjaan *cementing* menggunakan metode rekayasa *engineering* di sumur PT Pertamina EP Regional 1 *Zone* 4 Prabumulih penting dilakukan untuk menghasilkan rekomendasi pengendalian teknis yang efektif dalam meningkatkan keselamatan kerja, mencegah kecelakaan, dan mendukung keberlanjutan operasi migas.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yaitu:

1. Apa saja potensi bahaya yang terdapat pada pekerjaan *cementing* di sumur PT Pertamina EP Regional 1 Zone 4 Prabumulih?
2. Apa saja potensi penyakit akibat kerja dan kecelakaan kerja yang dapat terjadi akibat pekerjaan *cementing*?
3. Bagaimana upaya pengendalian potensi bahaya pekerjaan *cementing* yang tepat melalui penerapan metode rekayasa *engineering*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Mengidentifikasi dan menganalisis potensi bahaya serta risiko dan kecelakaan kerja pada pekerjaan *cementing* di sumur PT Pertamina EP Regional 1 *Zone* 4 Prabumulih.

2. Menganalisis potensi penyakit akibat kerja dan kecelakaan kerja yang dapat ditimbulkan dari pekerjaan *cementing.*
3. Menentukan langkah-langkah pengendalian potensi bahaya pekerjaan *cementing* melalui penerapan metode rekayasa *engineering*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan baik secara teoritis maupun praktisi, diantaranya :

1. Manfaat Teoritis:

   Menambah pengetahuan akademik mengenai potensi bahaya pekerjaan *cementing* dengan menggunakan metode rekayasa *engineering*.
2. Manfaat Praktisi:
   a. Bagi Penulis: Dapat mengembangkan kemampuan analisis data dalam melihat potensi bahaya pekerjaan *cementing.*
   b. Bagi Instansi: Penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan masukan yang dapat dijadikansaran dalam memberikan informasi yang berguna bagi Institansi yang berhubungan dengan kegiatan *cementing*.
   c. Bagi Almamater: Hasil penelitian ini dapat memberikan masukan atau referensi bagi Mahasiswa terhadap penelitian mengenai potensi bahaya pekerjaan *cementing* dengan menggunakan metode rekayasa *engineering*.

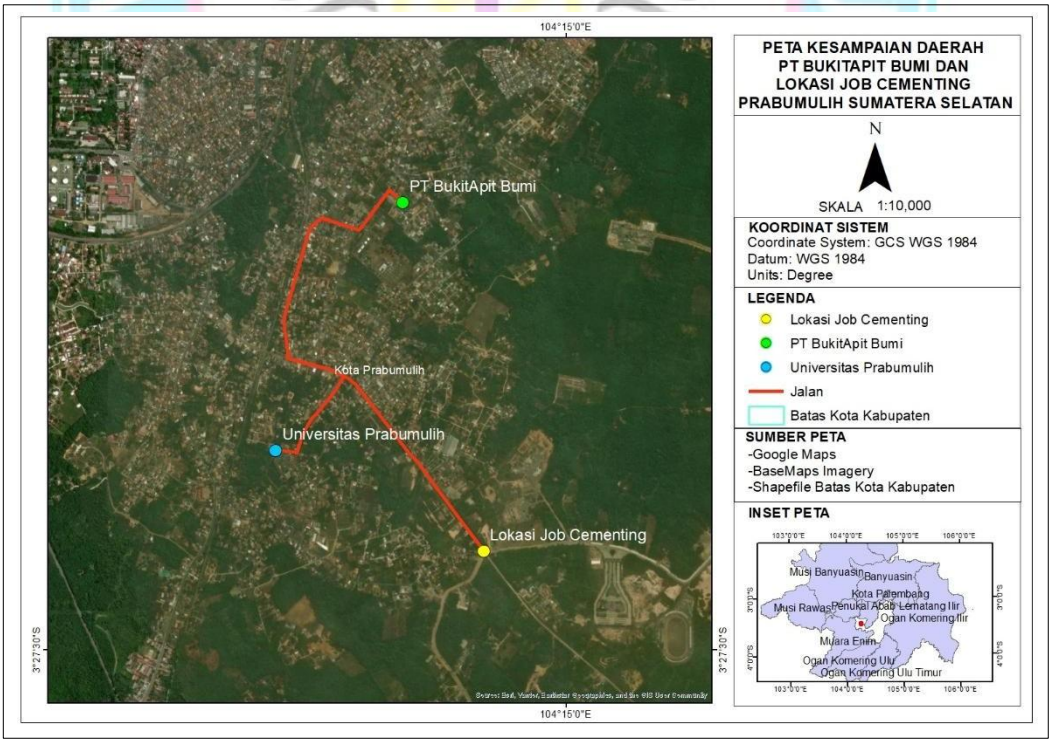
1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada analisis identifikasi bahaya, evaluasi risiko, dan pengendalian potensi bahaya pekerjaan *cementing* di sumur PT Pertamina EP Regional 1 *Zone* 4 Prabumulih menggunakan metode rekayasa *engineering*.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

Wilayah operasional PT Bukitapit Bumi berada di kawasan Kelurahan Majasari, Kecamatan Prabumulih Selatan, Kota Prabumulih, Provinsi Sumatera Selatan. Lokasi kegiatan perusahaan ini terletak di wilayah perkotaan yang berbatasan langsung dengan kawasan permukiman masyarakat. Akses menuju lokasi relatif mudah dan dapat ditempuh dari pusat Kota Prabumulih dengan waktu perjalanan sekitar 20–30 menit menggunakan kendaraan roda dua maupun roda empat. Secara geografis, area operasional PT Bukitapit Bumi berada pada kisaran koordinat 3°26’32” Lintang Selatan dan 104°14’44” Bujur Timur, dengan elevasi rata-rata sekitar ±40 meter di atas permukaan laut. Berdasarkan citra satelit, wilayah tersebut termasuk dalam kategori dataran rendah, dengan penggunaan lahan yang didominasi oleh permukiman penduduk, jaringan jalan lokal, area hijau, serta fasilitas umum di sekitar lokasi operasional perusahaan.



Sumber: Penulis, (2026)

Gambar 2.1 Peta Kesampaian PT BBP dan Lokasi *Job Cementing*

Berdasarkan Gambar 2.1 PT Bukitapit Bumi yang secara administratif berada di Kelurahan Majasari, Kecamatan Prabumulih Selatan, Kota Prabumulih, Provinsi Sumatera Selatan. Peta disajikan berdasarkan citra satelit yang menunjukkan posisi area operasional perusahaan terhadap kawasan permukiman, jaringan jalan, serta fasilitas umum di sekitarnya. Informasi pada peta ini digunakan sebagai gambaran kondisi geografis dan lingkungan sekitar lokasi penelitian.



Sumber : Penulis, (2026)

Gambar 2.2 Lokasi Penelitian

Berdasarkan Gambar 2.2 Area ini memiliki aktivitas operasional pengeboran dan penyelesaian sumur (*well completion*) yang cukup aktif, termasuk proses *cementing* sumur yang bertujuan untuk memperkuat dinding sumur, mencegah migrasi *fluida* antar formasi, serta menjaga integritas sumur selama operasi berlangsung. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada adanya pelaksanaan pekerjaan *cementing* yang sesuai dengan objek penelitian, sehingga data teknis dan operasional yang dibutuhkan dapat diperoleh secara langsung melalui kegiatan lapangan. Selain itu, Lapangan Talang Jimar dipilih karena memiliki kondisi operasi yang representatif terhadap pelaksanaan *cementing* pada industri

perminyakan, sehingga hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai proses pelaksanaan *cementing* sumur secara aktual di lapangan.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan upaya terencana untuk melindungi tenaga kerja dari potensi bahaya yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja maupun penyakit akibat kerja melalui penerapan sistem, prosedur, dan pengendalian risiko di tempat kerja. Penerapan K3 menjadi sangat penting, terutama pada industri berisiko tinggi seperti minyak dan gas bumi, yang melibatkan tekanan operasi besar, peralatan berat, serta bahan berbahaya. Penerapan K3 yang baik mampu menurunkan angka kecelakaan kerja secara signifikan melalui proses identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian yang tepat. Penelitian ini menegaskan bahwa kegiatan migas memiliki tingkat risiko tinggi sehingga membutuhkan pengelolaan K3 yang sistematis dan berkelanjutan (Maulana *et.al* 2024).

Industri perminyakan memiliki karakteristik bahaya yang kompleks sehingga memerlukan penerapan K3 yang terencana, sistematis, dan berkelanjutan Pendekatan ini sejalan dengan prinsip-prinsip internasional K3 yang menekankan pentingnya perlindungan tenaga kerja melalui penguatan sistem manajemen keselamatan. Oleh karena itu, pada pekerjaan *cementing* sumur minyak dan gas yang berisiko tinggi, penerapan K3 menjadi aspek krusial untuk menjamin keselamatan tenaga kerja sekaligus mendukung kelancaran operasional (D.A.F, 2021).

Penerapan sistem K3 berbasis identifikasi bahaya dan penilaian risiko juga dapat meningkatkan kesadaran keselamatan pekerja serta mencegah terjadinya kecelakaan kerja, Hal ini menunjukkan bahwa K3 tidak sekadar kewajiban regulasi, tetapi juga strategi penting dalam pengendalian risiko di industri migas. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa K3 merupakan elemen fundamental dalam menjamin keselamatan pekerja dan keberlangsungan operasional, khususnya pada kegiatan berisiko tinggi seperti *cementing* di industri minyak dan gas bumi (Luthfiansyah *et.al* 2025).

2.2.2 Bahaya dan Potensi Bahaya pada Industri Minyak dan Gas Bumi

Bahaya kerja dalam industri minyak dan gas bumi merupakan segala sumber, kondisi, atau aktivitas yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja, kerusakan peralatan, serta gangguan terhadap keberlangsungan operasi. Industri migas memiliki karakteristik khusus berupa penggunaan peralatan bertekanan tinggi, material mudah terbakar, serta proses kerja yang kompleks dan berisiko tinggi. Kondisi tersebut menjadikan sektor migas sebagai salah satu industri dengan tingkat bahaya dan risiko kerja yang signifikan, sehingga memerlukan pengelolaan keselamatan kerja yang terencana dan sistematis. Studi pada area pengeboran migas menunjukkan bahwa potensi bahaya kerja didominasi oleh bahaya mekanis, tekanan tinggi, serta kondisi kerja tidak aman yang berasal dari peralatan dan proses operasional. Hasil penelitian tersebut mengungkapkan bahwa kecelakaan kerja umumnya terjadi akibat bahaya yang tidak teridentifikasi secara menyeluruh serta pengendalian risiko yang belum optimal. Akibat bahaya yang tidak teridentifikasi secara menyeluruh serta pengendalian risiko yang belum optimal, identifikasi bahaya dan evaluasi risiko menjadi langkah awal yang sangat penting dalam upaya pencegahan kecelakaan kerja di lingkungan industri migas (Pamudo *et.al* 2025).

Identifikasi bahaya menggunakan metode *Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA) di industri migas mampu mengungkap potensi bahaya teknis dan operasional yang sering terabaikan dalam aktivitas rutin Penelitian ini menunjukkan bahwa kegagalan peralatan, kebocoran tekanan, dan kesalahan operasi merupakan sumber utama risiko kecelakaan kerja apabila tidak dikendalikan sejak tahap perencanaan. Penerapan identifikasi bahaya yang sistematis menjadi dasar penting dalam pengelolaan risiko keselamatan kerja, sekaligus mendukung keberhasilan penerapan sistem K3 di lingkungan operasi minyak dan gas bumi (Sugiharto, 2025).

2.2.3 Proses *Cementing*

Cementing adalah proses pemompaan *slurry* semen ke dalam sumur pemboran untuk mengisi ruang annulus antara casing dan dinding formasi batuan guna memperkuat casing serta mengisolasi zona formasi agar tidak

terjadi perpindahan fluida antar lapisan (Makwana *et.al* 2021). Proses *Cementing* juga berfungsi menjaga integritas sumur, melindungi casing dari korosi, serta meningkatkan keamanan operasi pemboran dan produksi minyak maupun gas (Kumar *et.al* 2022). Kualitas proses *Cementing* sangat mempengaruhi keberhasilan operasi sumur karena kegagalan penyemenan dapat menyebabkan gas migration, kebocoran fluida, dan kerusakan integritas sumur (Salehi & Nygaard, 2021). Adapun proses tahapan proses pekerjaan sebagai berikut.

1. *Tool Box Talks*



Sumber: Penulis, (2026)

Gambar 2.3 Penyampaian PA kepada tim

Gambar 2.3 merupakan kegiatan *Tool Box Talks* yaitu proses penyampaian informasi oleh PA kepada tim kerja atas tanggung jawab pekerja, peralatan, perkakas, material, metode, bahaya teridentifikasi & tindakan pengendaliannya terkait pekerjaan yang akan dilakukan. PA diharapkan menggunakan daftar periksa ini (sebagai panduan) pada pelaksanaan *Tool Box Talks* (TBT) dan memulai pekerjaan apabila seluruh poin telah dilakukan atau dilengkapi.

2. Mobilisasi Unit, Bahan Kimia dan Personel



Sumber: Penulis, (2026)

Gambar 2.4 Mobilisasi Unit, Bahan kimia dan *Personel*

Gambar 2.4 merupakan kegiatan mobilisasi mencakup pengangkutan *cementing unit*, *mixing equipment*, *casing tools*, *chemical additive*, serta personel teknis menuju lokasi sumur sebelum operasi dimulai (*Makwana et.al* 2021). Proses mobilisasi juga memperhatikan aspek keselamatan kerja, pengelolaan bahan kimia, kondisi transportasi, serta koordinasi logistik untuk menghindari keterlambatan operasi dan risiko kecelakaan kerja (Salehi & Nygaard, 2021).

3. Proses Pengaturan Posisi Unit



Sumber: Penulis, (2026)

Gambar 2.5 Proses Pengaturan Posisi Unit

Gambar 2.5 merupakan kegitan pengesetan unit dilakukan dengan menyusun *cementing unit*, *mixing equipment*, *pumping system*, serta jalur perpipaan agar terhubung dengan baik sebelum operasi dimulai (Makwana *et.al* 2021). Proses ini bertujuan memastikan seluruh peralatan berfungsi secara optimal, aman, dan efisien sehingga dapat mengurangi risiko kegagalan operasi maupun kecelakaan kerja di lapangan (Kumar *et.al* 2022). Pengesetan unit juga meliputi pemeriksaan tekanan, koneksi peralatan, sistem kontrol, dan kesiapan bahan kimia untuk mendukung kelancaran proses *cementing* (Salehi & Nygaard, 2021).

4. Proses *Rig up line* dari pompa ke *rig*



Sumber: Penulis, (2026)

Gambar 2.6 Proses *Rig up line* dari pompa ke *Rig*

Gambar 2.6 merupakan proses *rig up line* dari pompa ke *rig* adalah kegiatan pemasangan dan penyambungan jalur pipa, selang tekanan tinggi, serta koneksi peralatan dari unit pompa menuju sistem pada *rig* untuk mendukung operasi pemboran maupun *cementing* (Li, 2023). Proses ini dilakukan agar aliran fluida, *Slurry* semen, atau tekanan dari pompa dapat tersalurkan dengan aman dan lancar menuju sumur melalui peralatan *rig* yang telah dipersiapkan (Makwana *et.al* 2021). Dalam pelaksanaannya, *rig up line* meliputi pemasangan *Treating iron*, *Hammer union*, *Manifold*, dan pengecekan koneksi tekanan tinggi untuk memastikan tidak terjadi kebocoran saat operasi berlangsung (Kumar *et.al* 2022). Selain itu, proses *rig up line* juga mencakup pengujian tekanan (*pressure test*) dan

pemeriksaan keselamatan kerja guna menjamin seluruh jalur pompa ke *rig* siap digunakan sesuai standar operasi migas (Salehi & Nygaard, 2021).

5. Proses *Pressure test line*

Proses *pressure test line* adalah kegiatan pengujian tekanan pada jalur pipa, selang, dan koneksi peralatan bertekanan tinggi untuk memastikan seluruh sistem aman dan tidak mengalami kebocoran sebelum operasi pemboran atau *Cementing* dimulai (Li, 2023). Pengujian ini dilakukan dengan memberikan tekanan fluida tertentu ke dalam *line* sesuai batas tekanan kerja yang telah ditentukan untuk mengecek kekuatan dan ketahanan sambungan peralatan (Makwana *et.al* 2021).

Dalam operasi *cementing*, *pressure test line* bertujuan memastikan *treating iron*, *hammer union*, *manifold*, *valve*, dan jalur pompa mampu menahan tekanan kerja selama proses pemompaan *slurry* semen berlangsung (Kumar *et.al* 2022). Selain itu, proses *pressure test line* juga merupakan bagian penting dari prosedur keselamatan kerja karena dapat mencegah kegagalan peralatan, kebocoran fluida bertekanan tinggi, serta risiko kecelakaan di lokasi operasi (Salehi & Nygaard, 2021).

6. Proses *Mixing chemical/additive*



Sumber: Penulis, (2026)

Gambar 2.7 Proses *Mixing chemical/additive*

Gambar 2.7 merupakan proses *mixing chemical/additive* adalah kegiatan pencampuran bahan kimia tambahan ke dalam fluida kerja atau *slurry* semen untuk memperoleh sifat fisik dan kimia yang sesuai dengan

kebutuhan operasi pemboran maupun *cementing* (Makwana *et.al* 2021). Dalam operasi *cementing*, *additive* dicampurkan ke dalam semen untuk mengatur densitas, waktu pengerasan, kehilangan fluida, kekuatan semen, serta stabilitas *slurry* selama proses pemompaan berlangsung (Kumar *et.al* 2022). Proses *mixing chemical/additive* harus dilakukan dengan komposisi dan prosedur yang tepat agar *Slurry* semen homogen, stabil, serta mampu memberikan ikatan yang baik antara casing dan formasi batuan (Salehi & Nygaard, 2021).

7. Proses Pemompaan

Proses pemompaan pada *cementing job* adalah tahap utama dalam operasi penyemenan sumur yang dilakukan dengan cara mendorong *slurry* semen dari *surface* melalui *casing* hingga mencapai zona target di bawah sumur, lalu naik ke annulus antara *casing* dan formasi batuan (Li, 2023). Pemompaan ini bertujuan untuk menempatkan semen secara merata di sekitar *Casing* agar terbentuk ikatan yang kuat, sekaligus mengisolasi zona formasi agar tidak terjadi percampuran fluida antar lapisan (Kumar *et.al* 2022). Dalam pelaksanaannya, proses pemompaan biasanya diawali dengan *pumping spacer fluid* untuk membersihkan lumpur bor di dalam *casing*, kemudian dilanjutkan dengan *pumping slurry* semen, dan diakhiri dengan *displacement fluid* yang mendorong seluruh semen hingga posisi yang direncanakan (Makwana *et.al* 2021). Selama proses berlangsung, laju alir (*flow rate*), tekanan pompa, dan densitas *slurry* harus dikontrol secara ketat untuk menghindari masalah seperti *channeling*, gas *migration*, atau *loss circulation* (Salehi & Nygaard, 2021). Keberhasilan proses pemompaan sangat menentukan kualitas hasil *cementing* karena distribusi semen yang tidak merata dapat menyebabkan kebocoran dan kegagalan isolasi zona pada sumur (Li, 2023).

8. Proses Pengangkatan Rangkaian *Tubing*

Proses pengangkatan rangkaian *tubing* adalah kegiatan mengangkat rangkaian pipa *tubing* dari dalam sumur minyak dan gas ke permukaan menggunakan peralatan *workover* atau *rig*. Proses ini dilakukan sebagai bagian dari kegiatan perawatan sumur untuk memperbaiki kerusakan,

mengganti *tubing* yang bermasalah, serta memastikan peralatan produksi bawah permukaan tetap berfungsi dengan baik sehingga operasi produksi dapat berjalan aman dan optimal *(Schlumberger, 2021)*.

9. Proses *Reverse Out* dan *Squeezes*

Proses *reverse out* adalah metode sirkulasi balik dalam operasi sumur minyak dan gas yang dilakukan dengan cara mengalirkan fluida dari annulus kembali ke permukaan melalui *casing* atau *tubing*, dengan tujuan mengeluarkan sisa fluida, semen berlebih, atau material lain dari dalam sumur secara terkendali (Li, 2023). Dalam operasi *cementing*, *reverse out* digunakan untuk membersihkan kelebihan *slurry semen* yang tidak terpakai serta menstabilkan kondisi sumur setelah proses pemompaan selesai agar tidak terjadi penyumbatan atau setting semen yang tidak diinginkan di dalam string (Makwana *et.al* 2021).

10. Proses Ablas Tekanan *Line*

Proses ablas tekanan *Line* adalah kegiatan pengurangan atau pelepasan tekanan yang tersisa pada jalur pipa (*Line*) setelah operasi pemompaan selesai, dengan tujuan membuat sistem kembali ke kondisi aman sebelum dilakukan pembongkaran atau pelepasan sambungan peralatan (Li, 2023). Proses ini dilakukan dengan cara mengalirkan sisa fluida atau membuka *valve* secara terkendali sehingga tekanan di dalam *line* berkurang secara bertahap hingga mencapai kondisi nol atau tekanan aman (Makwana *et.al* 2021). Dalam operasi *cementing* maupun pemboran, ablas tekanan line sangat penting untuk mencegah terjadinya semburan balik (*kickback*), kebocoran bertekanan, atau kecelakaan akibat pelepasan energi tekanan tinggi secara tiba-tiba (Kumar *et.al* 2022). Selain itu, proses ini juga merupakan bagian dari prosedur keselamatan kerja (HSE) untuk memastikan seluruh sistem benar-benar aman sebelum dilakukan *rig down* atau *disassembly* peralatan (Salehi & Nygaard, 2021).

11. Proses *Rig down line dari rig floor and flush*

Proses *Rig down line* dari *Rig floor and flush* adalah kegiatan pembongkaran (*disassembly*) jalur peralatan tekanan tinggi dari *rig floor*

setelah operasi selesai, yang disertai dengan proses pembilasan (*flushing*) untuk membersihkan sisa fluida atau *slurry* dari dalam *line* sebelum peralatan dilepas (Li, 2023). Proses ini dilakukan dengan cara melepas sambungan *line* secara bertahap dari *rig floor*, kemudian mengalirkan fluida pembersih (biasanya air atau mud) ke dalam sistem untuk memastikan tidak ada sisa semen atau bahan kimia yang tertinggal di dalam pipa dan selang (Makwana *et.al* 2021). *Flushing* bertujuan untuk mencegah penyumbatan, pengerasan semen di dalam *line*, serta menjaga peralatan agar tetap dalam kondisi baik untuk digunakan kembali pada operasi berikutnya (Kumar, Bera, & Shah, 2022). Selain itu, proses *Rig down line* juga merupakan bagian dari prosedur keselamatan kerja (HSE) untuk memastikan seluruh tekanan sudah dilepaskan dan sistem benar-benar aman sebelum peralatan dipindahkan dari lokasi kerja (Salehi & Nygaard, 2021).

12. Proses *House Keeping*

Proses *house keeping* adalah kegiatan penataan, pembersihan, dan pengembalian kondisi area kerja agar tetap rapi, aman, dan sesuai standar operasional setelah suatu pekerjaan atau operasi selesai dilakukan (Li, 2023). Dalam industri minyak dan gas, *house keeping* mencakup pembersihan sisa material seperti lumpur pemboran, *slurry semen*, tumpahan *chemical*, serta penataan kembali peralatan agar tidak mengganggu aktivitas kerja berikutnya (Makwana *et.al* 2021). Tujuan utama *house keeping* adalah menjaga keselamatan kerja (HSE), mencegah kecelakaan akibat kondisi area yang tidak tertata, serta memastikan peralatan siap digunakan kembali dalam kondisi baik (Kumar *et.al* 2022). *House keeping* juga berperan dalam meningkatkan efisiensi kerja, menjaga lingkungan kerja tetap bersih, serta mendukung standar operasional perusahaan di lokasi pemboran maupun *cementing* (Salehi & Nygaard, 2021).

2.2.4 Identifikasi Bahaya pada Pekerjaan *Cementing*

Identifikasi bahaya merupakan tahapan awal yang sangat penting dalam manajemen keselamatan dan kesehatan kerja, khususnya pada pekerjaan

berisiko tinggi seperti *cementing*. Tujuan dari identifikasi bahaya adalah untuk mengenali seluruh potensi sumber bahaya yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja maupun penyakit akibat kerja sebelum pekerjaan dilaksanakan. Pada pekerjaan *cementing*, aktivitas kerja meliputi persiapan *slurry* semen, pemompaan *fluida* bertekanan tinggi, pengoperasian peralatan cementing unit, serta penanganan bahan kimia aditif yang berpotensi membahayakan keselamatan pekerja apabila tidak dikendalikan dengan baik. Identifikasi bahaya menggunakan metode *Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA) di industri migas mampu mengungkap potensi bahaya teknis dan operasional yang sering tidak disadari dalam aktivitas rutin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahaya yang berasal dari peralatan bertekanan, sistem perpipaan, serta kesalahan prosedur kerja menjadi faktor dominan penyebab kecelakaan apabila tidak diidentifikasi sejak awal, sehingga sangat relevan dengan pekerjaan *cementing* yang melibatkan tekanan tinggi dan sistem peralatan kompleks (Sugiharto, 2025).

Pendekatan sistematis lainnya, seperti *Job Safety Analysis* (JSA), dapat memetakan setiap tahapan pekerjaan dan potensi bahaya yang menyertainya. Dalam konteks *cementing*, metode ini memungkinkan identifikasi bahaya mulai dari persiapan peralatan, proses pemompaan semen, hingga tahap akhir penyelesaian pekerjaan. Studi tersebut menekankan bahwa kegagalan dalam mengidentifikasi bahaya sejak tahap perencanaan akan meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja di lapangan (Pamudo *et.al* 2025).

Proses identifikasi bahaya yang terintegrasi dengan penilaian risiko membantu perusahaan menentukan prioritas pengendalian risiko yang paling efektif. Bahaya dengan tingkat risiko tinggi sebaiknya dikendalikan terlebih dahulu melalui pengendalian teknis atau rekayasa *engineering*, sebelum mengandalkan pengendalian *administratif* dan alat pelindung diri. Hal ini sangat relevan dengan pekerjaan *cementing* yang memiliki potensi bahaya besar apabila terjadi kegagalan peralatan atau tekanan sumur yang tidak terkendali. Dengan demikian, identifikasi bahaya pada pekerjaan *cementing* merupakan langkah fundamental dalam upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja. Proses identifikasi yang dilakukan secara sistematis

dan menyeluruh menjadi dasar dalam menentukan tingkat risiko serta merancang pengendalian yang tepat, khususnya pengendalian berbasis rekayasa *engineering*, guna menjamin keselamatan pekerja dan keberlangsungan operasi sumur migas (Rahayu *et.al* 2025).

2.2.5 Kecelakaaan Kerja

Kecelakaan kerja merupakan peristiwa yang tidak direncanakan dan tidak diharapkan dalam hubungan kerja, yang dapat menimbulkan dampak berupa cedera, gangguan kesehatan, kerusakan peralatan, hingga kerugian produksi (Ekawati, 2020). Hal ini sejalan dengan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018, yang mendefinisikan kecelakaan kerja sebagai kejadian yang terjadi di lingkungan kerja maupun dalam perjalanan dari rumah ke tempat kerja dan sebaliknya, termasuk penyakit akibat faktor lingkungan kerja. Pada sektor industri, kecelakaan kerja umumnya dipicu oleh kombinasi tindakan tidak aman (*unsafe action*) dan kondisi tidak aman (*unsafe condition*). Ketidakpatuhan terhadap prosedur kerja, kurangnya pelatihan keselamatan, serta kondisi lingkungan kerja yang berbahaya menjadi faktor dominan yang meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan.

Kecelakaan kerja juga sering disebabkan oleh kegagalan dalam proses identifikasi bahaya dan penilaian risiko. Risiko yang tidak teridentifikasi secara tepat akan menyebabkan penerapan pengendalian yang tidak efektif, sehingga potensi kecelakaan tetap tinggi. Pencegahan kecelakaan kerja harus dilakukan secara sistematis melalui identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan penerapan pengendalian risiko yang sesuai, salah satunya menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC). Dalam industri hulu minyak dan gas bumi, termasuk pekerjaan *cementing* sumur yang memiliki tingkat risiko tinggi, penerapan metode ini menjadi sangat penting karena dampak kecelakaan tidak hanya membahayakan keselamatan dan kesehatan pekerja, tetapi juga dapat mengganggu keberlangsungan operasi serta menimbulkan kerugian besar bagi perusahaan (Sulaiman *et.al* 2025).

2.2.6 Risiko

Risiko merupakan kemungkinan terjadinya suatu kejadian yang dapat menimbulkan dampak merugikan terhadap keselamatan dan kesehatan pekerja, peralatan, serta lingkungan kerja. Dalam konteks keselamatan dan kesehatan kerja (K3), risiko muncul sebagai akibat dari paparan bahaya yang terdapat dalam suatu aktivitas kerja dan berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja maupun penyakit akibat kerja apabila tidak dikelola dengan baik.

Risiko kerja merupakan hasil kombinasi antara peluang terjadinya kejadian berbahaya dan tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan. Risiko kerja akan meningkat apabila bahaya yang ada tidak diidentifikasi dan dinilai secara sistematis, sehingga langkah pengendalian yang diterapkan menjadi tidak efektif dalam mencegah kecelakaan kerja. Risiko kerja dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu risiko teknis, risiko operasional, dan risiko lingkungan. Risiko teknis berkaitan dengan kegagalan peralatan dan sistem kerja, risiko operasional berkaitan dengan kesalahan prosedur dan perilaku kerja, sedangkan risiko lingkungan berhubungan dengan paparan fisik dan kimia di tempat kerja (Ekawati, 2021).

2.2.7 Risiko Kerja pada Pekerjaan *Cementing* Sumur Perminyakan

Dalam industri berisiko tinggi seperti minyak dan gas bumi, risiko kerja memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi karena melibatkan peralatan bertekanan tinggi, proses kerja yang rumit, serta penggunaan bahan kimia berbahaya. Kombinasi faktor tersebut berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja dan gangguan kesehatan apabila tidak didukung oleh sistem pengendalian yang memadai. Risiko kerja di sektor energi tidak hanya berdampak pada keselamatan dan kesehatan tenaga kerja, tetapi juga memengaruhi keamanan aset perusahaan, stabilitas operasional, serta kelangsungan proses produksi sehingga pengelolaan risiko menjadi kebutuhan yang sangat penting.

Risiko kerja dapat diminimalkan melalui penerapan manajemen risiko yang terstruktur, dimulai dari identifikasi bahaya, penilaian risiko, hingga penentuan pengendalian yang tepat dan berkelanjutan. Hal ini sangat relevan dengan pekerjaan *cementing* pada operasi sumur migas, yang memiliki karakteristik tekanan tinggi dan penggunaan bahan kimia. Risiko pada

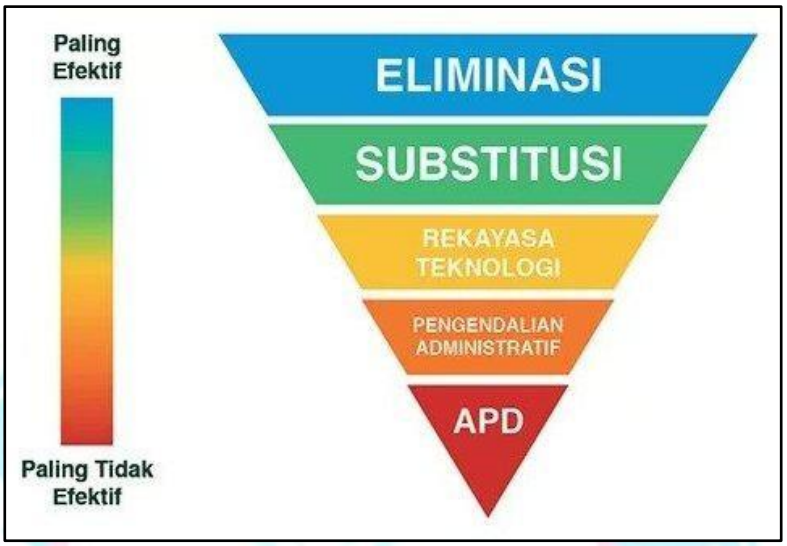
pekerjaan *cementing* merupakan kombinasi antara kemungkinan terjadinya bahaya dan tingkat keparahan dampak, seperti cedera akibat tekanan tinggi, kecelakaan mekanis, serta gangguan kesehatan akibat paparan bahan kimia. Adanya bahaya dan dampak dari pekerjaan *cementing* menjadikan identifikasi bahaya dan penilaian risiko yang dilakukan secara sistematis menjadi landasan utama dalam menentukan strategi pengendalian yang efektif, khususnya melalui pengendalian berbasis rekayasa (*engineering control*) yang mampu mengurangi atau menghilangkan potensi bahaya langsung dari sumbernya. Dengan pendekatan ini, keselamatan pekerja dan keberlangsungan operasi dapat lebih terjamin (Rahayu *et.al* 2025).

2.2.8 Manajemen Risiko

Manajemen risiko merupakan proses sistematis yang digunakan untuk mengenali, menganalisis, mengevaluasi, dan mengendalikan risiko yang berpotensi menimbulkan kerugian terhadap keselamatan dan kesehatan kerja. Tujuan utama dari manajemen risiko adalah menurunkan tingkat risiko hingga berada pada tingkat yang dapat diterima, sehingga keselamatan pekerja dan kelancaran operasi dapat terjaga secara berkelanjutan.

Dalam konteks K3, proses manajemen risiko meliputi identifikasi bahaya, penilaian tingkat risiko, evaluasi risiko, serta penentuan strategi pengendalian yang tepat. Penerapan metode sistematis seperti HIRARC dapat membantu organisasi mengenali dan mengevaluasi berbagai potensi risiko kerja, sehingga langkah pengendalian yang dipilih menjadi lebih efektif dalam menekan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja. Manajemen risiko K3 harus dilakukan secara terencana dan terstruktur untuk memastikan bahwa semua risiko potensial diidentifikasi dan dikendalikan dengan baik. Penerapan manajemen risiko yang efektif tidak hanya melibatkan proses teknis, tetapi juga koordinasi seluruh pemangku kepentingan agar setiap tindakan pencegahan dan mitigasi dapat dilaksanakan secara konsisten, Penerapan manajemen risiko yang baik mampu meminimalkan insiden keselamatan dan meningkatkan keselamatan kerja secara keseluruhan, termasuk dalam pemetaan dan pengendalian risiko-risiko yang belum terduga. Dengan demikian, manajemen risiko bukan sekadar teori administratif, tetapi merupakan praktik penting yang

harus diterapkan secara konsisten dalam organisasi, terutama pada kegiatan berisiko tinggi seperti pekerjaan *cementing*, guna memberikan jaminan keselamatan dan kesehatan kerja bagi seluruh pekerja (Pangestu *et.al* 2022).



Sumber: Penulis (2025)

Gambar 2.8. Hierarki Pengendalian Risiko

Berdasarkan Gambar 2.8 Hierarki pengendalian risiko (*Hierarchy of Control*) adalah suatu metode atau sistem yang digunakan untuk menentukan langkah pengendalian bahaya di tempat kerja berdasarkan tingkat efektivitasnya dalam mengurangi risiko kecelakaan dan penyakit akibat kerja (OSHA, 2024). Konsep ini menjelaskan bahwa pengendalian bahaya harus dilakukan secara bertahap dari metode yang paling efektif hingga yang paling tidak efektif. Semakin ke atas posisinya, semakin besar kemampuan metode tersebut dalam menghilangkan atau mengurangi risiko secara permanen.

1. Eliminasi

   Eliminasi merupakan tingkat pengendalian paling efektif karena menghilangkan sumber bahaya secara langsung. Jika bahaya sudah dieliminasi, maka risiko kecelakaan tidak akan muncul. Contohnya adalah menghapus suatu proses kerja yang berbahaya atau mengganti metode kerja sehingga potensi bahaya tidak lagi ada. Namun, eliminasi sering kali sulit diterapkan karena keterbatasan teknis dan kebutuhan operasional.

2. Substitusi

   Substitusi dilakukan dengan mengganti bahan, alat, atau proses berbahaya dengan yang tingkat bahayanya lebih rendah. Metode ini tidak menghilangkan bahaya sepenuhnya, tetapi secara signifikan menurunkan tingkat risikonya. Contohnya mengganti bahan kimia beracun dengan bahan yang lebih aman atau mengganti peralatan bertekanan tinggi dengan sistem yang bertekanan lebih rendah.

3. Rekayasa Teknologi *(Engineering Control*)

   Rekayasa teknologi bertujuan mengisolasi pekerja dari sumber bahaya melalui perancangan teknis, seperti pemasangan pelindung mesin, sistem ventilasi, otomatisasi proses, atau pengaturan tata letak peralatan. Pengendalian ini dianggap lebih efektif dibandingkan pengendalian administratif karena bersifat permanen dan tidak terlalu bergantung pada perilaku manusia.

4. Pengendalian Administratif

   Pengendalian administratif dilakukan melalui pengaturan prosedur kerja, pembuatan SOP, pelatihan, jadwal kerja, rambu keselamatan, serta pengawasan. Metode ini tidak menghilangkan bahaya, melainkan mengatur cara kerja agar paparan risiko dapat diminimalkan. Efektivitasnya sangat bergantung pada kedisiplinan dan kepatuhan pekerja.

5. Alat Pelindung Diri (APD)

   APD merupakan tingkat pengendalian paling rendah efektivitasnya karena hanya melindungi pekerja, bukan menghilangkan sumber bahaya. Contohnya adalah helm, sarung tangan, masker, sepatu keselamatan, dan kacamata pelindung. APD digunakan sebagai lapisan perlindungan terakhir apabila pengendalian lain belum mampu menghilangkan risiko sepenuhnya.

Secara keseluruhan, Gambar 2.2 menegaskan bahwa pengendalian risiko K3 seharusnya diprioritaskan mulai dari eliminasi hingga APD. Pendekatan ini penting agar upaya pencegahan kecelakaan kerja tidak hanya bergantung pada perilaku pekerja, tetapi lebih menekankan pada pengendalian bahaya langsung dari sumbernya.

2.2.9 Pengendalian Risiko Keselamatan Kerja pada Pekerjaan *Cementing*

Pengendalian risiko keselamatan kerja pada pekerjaan *cementing* dilakukan dengan mengacu pada hierarki pengendalian bahaya, yang mencakup eliminasi, substitusi, rekayasa (*engineering control*), pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri (APD). Pekerjaan *cementing* pada industri hulu minyak dan gas melibatkan tekanan operasi tinggi dan sistem peralatan yang kompleks, sehingga pengendalian berbasis rekayasa menjadi pendekatan utama. Pendekatan ini lebih efektif dibandingkan pengendalian administratif maupun penggunaan APD, karena bersifat preventif dan melekat pada sistem serta peralatan yang digunakan. Dengan penerapan rekayasa yang tepat, potensi kecelakaan kerja dan gangguan kesehatan dapat diminimalkan, sehingga keselamatan tenaga kerja dan keandalan operasi dapat lebih terjamin (OSHA, 2020).

2.2.10 Pengendalian Risiko dengan Metode Rekayasa *Engineering*

Identifikasi bahaya dan penilaian risiko dilakukan, tahap berikutnya adalah pengendalian risiko untuk menurunkan tingkat risiko hingga berada pada tingkat yang dapat diterima. Dalam hierarki pengendalian, pengendalian berbasis rekayasa *engineering* dinilai lebih efektif karena menekan bahaya langsung dari sumbernya tanpa bergantung pada perilaku pekerja. pengendalian teknis atau rekayasa *engineering* mampu menurunkan risiko kecelakaan secara signifikan. Bentuk pengendalian ini mencakup modifikasi desain peralatan, pemasangan sistem pengaman, serta pengaturan ulang tata letak kerja untuk meminimalkan kontak langsung pekerja dengan sumber bahaya. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa risiko yang awalnya tergolong tinggi dapat diturunkan menjadi sedang hingga rendah (Hansabila, 2023).

Konteks pekerjaan *cementing*, rekayasa *engineering* menjadi sangat penting karena melibatkan tekanan tinggi, peralatan berat, dan bahan kimia berbahaya. Pengendalian teknis, seperti penggunaan peralatan berstandar keselamatan, sistem *monitoring* tekanan *real-time, pressure relief system*, serta desain peralatan yang ergonomis, terbukti menurunkan potensi kecelakaan dan kegagalan operasi Dengan demikian, rekayasa *engineering* merupakan langkah

pengendalian yang paling direkomendasikan setelah eliminasi dan substitusi dalam metode HIRARC (Nur & Agustina, 2024).

2.2.11 Rekayasa *Engineering* dalam Pekerjaan *Cementing* Perminyakan

Rekayasa *engineering* diterapkan melalui perancangan dan pengendalian teknis terhadap peralatan dan parameter operasi agar integritas sumur serta keselamatan kerja tetap terjaga. *Cementing* merupakan tahap kritis dalam konstruksi sumur karena keberhasilan operasi sangat bergantung pada kemampuan *cement slurry* dan teknik pemasangannya dalam mencapai isolasi zonayang efektif. Kegagalan seperti *debonding*, retak pada *cement sheath*, atau *slip* pada peralatan dapat menimbulkan jalur migrasi *fluida* yang membahayakan keselamatan kerja dan kontrol sumur.

Adanya bahaya keselamatan kerja, pengendalian berbasis rekayasa meliputi desain *slurry* yang tepat, pemantauan tekanan, serta prosedur kerja teknis yang benar. Langkah-langkah ini dirancang untuk mengurangi potensi bahaya langsung dari sumbernya sekaligus memastikan keandalan operasi *cementing* secara menyeluruh Dengan penerapan rekayasa *engineering* yang cermat, risiko teknis dan keselamatan kerja dapat diminimalkan secara signifikan (Zhang *et.al* 2021).

2.2.12 Penerapan Rekayasa *Engineering* sebagai Pengendalian Potensi Bahaya *Cementing*

Penerapan rekayasa *engineering* berfokus pada pengurangan paparan pekerja terhadap bahaya bertekanan tinggi dan bahaya mekanis melalui pengendalian teknis. Dalam industri minyak dan gas, *engineering controls* mencakup teknologi dan sistem yang menangkap atau mengurangi paparan bahaya sebelum mencapai pekerja, serta pemantauan untuk mendeteksi masalah teknis secara dini. Pendekatan ini lebih permanen dibanding pengendalian administratif atau penggunaan APD, karena melekat pada desain peralatan dan sistem kerja. Dengan demikian, pengendalian berbasis rekayasa *engineering* menjadi metode yang efektif untuk menurunkan risiko kecelakaan kerja pada operasi kompleks seperti *cementing* sumur (*Applying the hierarchy of controls to oil and gas development*, 2025).

2.2.13 Alat Pelindung Diri (APD) dan *Material Safety Data Sheet* (MSDS) pada Pekerjaan *Cementing*

Meskipun rekayasa *engineering* efektif, risiko sisa tetap ada, terutama terkait paparan bahan kimia dan debu semen. Oleh karena itu, APD dan MSDS menjadi bagian penting dalam sistem pengendalian keselamatan.

1. Alat Pelindung Diri (APD)

   APD yang digunakan meliputi helm keselamatan, kacamata keselamatan, sarung tangan tahan bahan kimia, respirator, dan sepatu keselamatan. Fungsi utamanya adalah melindungi pekerja dari paparan debu semen, percikan *slurry*, dan potensi bahaya mekanis yang tersisa (OSHA, 2020; ISO, 2021). Alat Pelindung Diri (APD) yang wajib digunakan dalam proses *cementing* pada industri minyak dan gas untuk melindungi pekerja dari potensi bahaya fisik, kimia, dan mekanis. Setiap APD memiliki fungsi spesifik sebagai berikut:



Sumber: Penulis, (2025)

Gambar 2.9 *Safety Helmet*

Helm keselamatan (*safety helmet*)

Safety helmet berfungsi untuk melindungi kepala pekerja dari benturan dan kejatuhan benda keras. Dalam proses *cementing*, banyak aktivitas pengangkatan peralatan, pemasangan pipa, serta pergerakan alat berat yang berpotensi menyebabkan benda jatuh. Helm menjadi perlindungan utama agar cedera kepala dapat dicegah, mengingat kepala merupakan bagian tubuh yang sangat vital (Gambar 2.9).



Sumber: Penulis, (2025)

Gambar 2.10 Safety Gloves

Sarung tangan keselamatan (*safety gloves*)

Safety gloves berfungsi untuk melindungi tangan dari paparan bahan kimia, panas, serta gesekan peralata Pada pekerjaan *cementing*, pekerja sering bersentuhan dengan *slurry* semen dan bahan aditif yang bersifat alkalis dan dapat menyebabkan iritasi atau luka bakar kimia. Selain itu, sarung tangan juga melindungi dari luka akibat permukaan peralatan yang kasar atau tajam (Gambar 2.10).



Sumber: Penulis, (2025)

Gambar 2.11 *Safety Glasses*

Kacamata keselamatan (*safety glasses*)

Safety glasses berfungsi untuk melindungi mata dari debu, percikan *slurry* semen, dan partikel kecil Saat proses pencampuran dan pemompaan semen, terdapat risiko percikan material yang dapat masuk ke mata dan menyebabkan iritasi atau cedera serius. Kacamata keselamatan menjadi APD penting untuk menjaga keselamatan indera penglihatan (Gambar 2.11).



Sumber: Penulis, (2025)

Gambar 2.12 *Safety Shoes*

Sepatu keselamatan (*safety shoes*)

S*afety shoes* berfungsi untuk melindungi kaki dari tertimpa benda berat, tertusuk benda tajam, serta risiko terpeleset. Lingkungan kerja *cementing* sering kali licin akibat tumpahan *slurry*, air, atau oli. Sepatu keselamatan dengan pelindung besi *(steel toe*) dan sol anti slip sangat penting untuk mencegah cedera kaki (Gambar 2.12).



Sumber: Penulis, (2025)

Gambar 2.13 *Coverall*

Pakaian kerja pelindung (*Coverall*)

Coverall berfungsi untuk melindungi seluruh tubuh dari paparan bahan kimia, kotoran, panas, serta risiko luka ringan. Dalam proses *Cementing*, *Coverall* membantu meminimalkan kontak langsung antara kulit dengan *Slurry* semen dan bahan aditif, serta meningkatkan visibilitas pekerja karena biasanya dilengkapi dengan strip reflektif (Gambar 2.13).

Secara keseluruhan, gambar ini menunjukkan bahwa penggunaan APD bukan hanya sebagai formalitas, tetapi merupakan bagian penting dari pengendalian risiko dalam pekerjaan *cementing* minyak dan gas, karena mampu mengurangi dampak kecelakaan dan paparan bahaya secara langsung terhadap tubuh pekerja.

2. *Material Safety Data Sheet* (MSDS)

   MSDS memuat informasi karakteristik bahan *cementing*, bahaya kesehatan, prosedur penanganan aman, serta langkah tanggap darurat. Dokumen ini menjadi pedoman penting dalam pengendalian bahaya kimia (OSHA, 2020).

3. Keterkaitan APD dan MSDS dalam Mendukung Rekayasa *Engineering*

   MSDS digunakan untuk menentukan jenis APD yang sesuai, sementara rekayasa *engineering* mengendalikan bahaya dari sumbernya. Kombinasi ketiga pendekatan ini e*ngineering control*, APD, dan MSDS—membentuk sistem pengendalian terintegrasi yang lebih efektif dalam menurunkan risiko kecelakaan kerja pada pekerjaan *cementing* (ILO, 2021; SPE, 2022).

2.2.14 Analisis Potensi Bahaya Pekerjaan *Cementing* Menggunakan Metode Rekayasa *Engineering*

Analisis risiko berbasis rekayasa pada pekerjaan *cementing* menekankan pengurangan paparan pekerja terhadap bahaya bertekanan tinggi dan mekanis melalui pengendalian teknis terhadap kondisi operasi. Pendekatan ini menggunakan model dan perhitungan teknis untuk memahami perilaku fluida serta jalur potensial kebocoran dalam annulus sumur, sehingga parameter tekanan dan material dapat dikendalikan sebelum menjadi kondisi berbahaya.

Teknik yang diterapkan meliputi pengaturan komposisi *slurry*, pemantauan tekanan dinamis, serta perancangan prosedur operasi yang mengurangi kemungkinan kegagalan sistem cementing. Dengan demikian, pengendalian risiko berbasis *engineering control* memberikan perlindungan lebih permanen dibanding pengendalian administratif atau perlindungan individu, karena fokusnya adalah eliminasi atau pengurangan bahaya langsung dari sumbernya (Izadi *et.al* 2024).

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Alokasi Waktu Kegiatan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini adalah selama 3 bulan, yaitu mulai bulan Maret sampai dengan Mei tahun 2026. Jadwal pelaksanaan penelitian yang dilakukan secara jelas dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan ke-, ,minggu ke-,											
		Maret, 2026				April, 2026				Mei, 2026			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Observasi ke Lapangan												
2.	Pengambilan Data												
3.	Pengolahan Data												
4.	Analisis Data												
6.	Penyusunan Laporan Tugas Akhir												

Sumber: Penulis, (2026)

3.2 Tahapan Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari beberapa sumber, yaitu:

1. Observasi Lapangan
2. Data Primer
    a. Kuisoner dengan personel lapangan (*cementing crew*, *drilling engineer*, HSE *officer*) untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan prosedur pengendalian.
    b. Data Tindakan Kerja Tidak Aman Pada Pekerjaan *Cementing*.
    c. Data Potensi Risiko Pada Pekerjaan *Cementing.*
3. Data Sekunder
    a. Dokumen Perusahaan: SOP *Cementing*, *Job Safety Analysis* (JSA)
    b. Standar dan Regulasi**:** Permen ESDM No. 33 Tahun 2018, dan panduan OSHA terkait keselamatan kerja di industri migas.
    c. Literatur Akademik**:** Buku dan jurnal terkait manajemen risiko, pengendalian bahaya, dan rekayasa *engineering* dalam operasi migas.

4. Variabel Penelitian
   a. Jenis Bahaya: Tekanan tinggi, paparan bahan kimia, kegagalan peralatan.
   b. Tingkat Risiko**:** Diukur menggunakan matriks risiko (probabilitas × dampak).
   c. Metode Pengendalian: Eliminasi, substitusi, rekayasa *engineering*, administratif, APD.
5. Analisis hasil Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan selanjutnya diolah melalui tahapan pengolahan data. Hasil pengolahan tersebut disajikan dalam bentuk nilai numerik hasil perhitungan, tabel, maupun grafik yang relevan dengan tujuan penelitian Tugas Akhir.

1) Identifikasi Bahaya

   Menggunakan data observasi lapangan, SOP perusahaan, dan wawancara dengan personel terkait untuk menemukan potensi bahaya (tekanan tinggi, paparan bahan kimia, kegagalan peralatan).

2) Penilaian Risiko

   Risiko dihitung dengan rumus:

   Risk Score=Probabilitas (P)×Dampak (D) = (Kategori risiko).

   Contoh : *Risk Score*= Probabilitas (3)×Dampak (3) = (9)Kategori Sedang

   Skala penilaian:

   Probabilitas: 1 (sangat jarang) – 5 (sangat sering)

   Dampak: 1 (ringan) – 5 (fatal)

   Kategori risiko: Sangat Rendah (1–2), Rendah (3-9), Sedang (10-15) Tinggi (16–20), Ekstrem (25).

3) Pengendalian Risiko

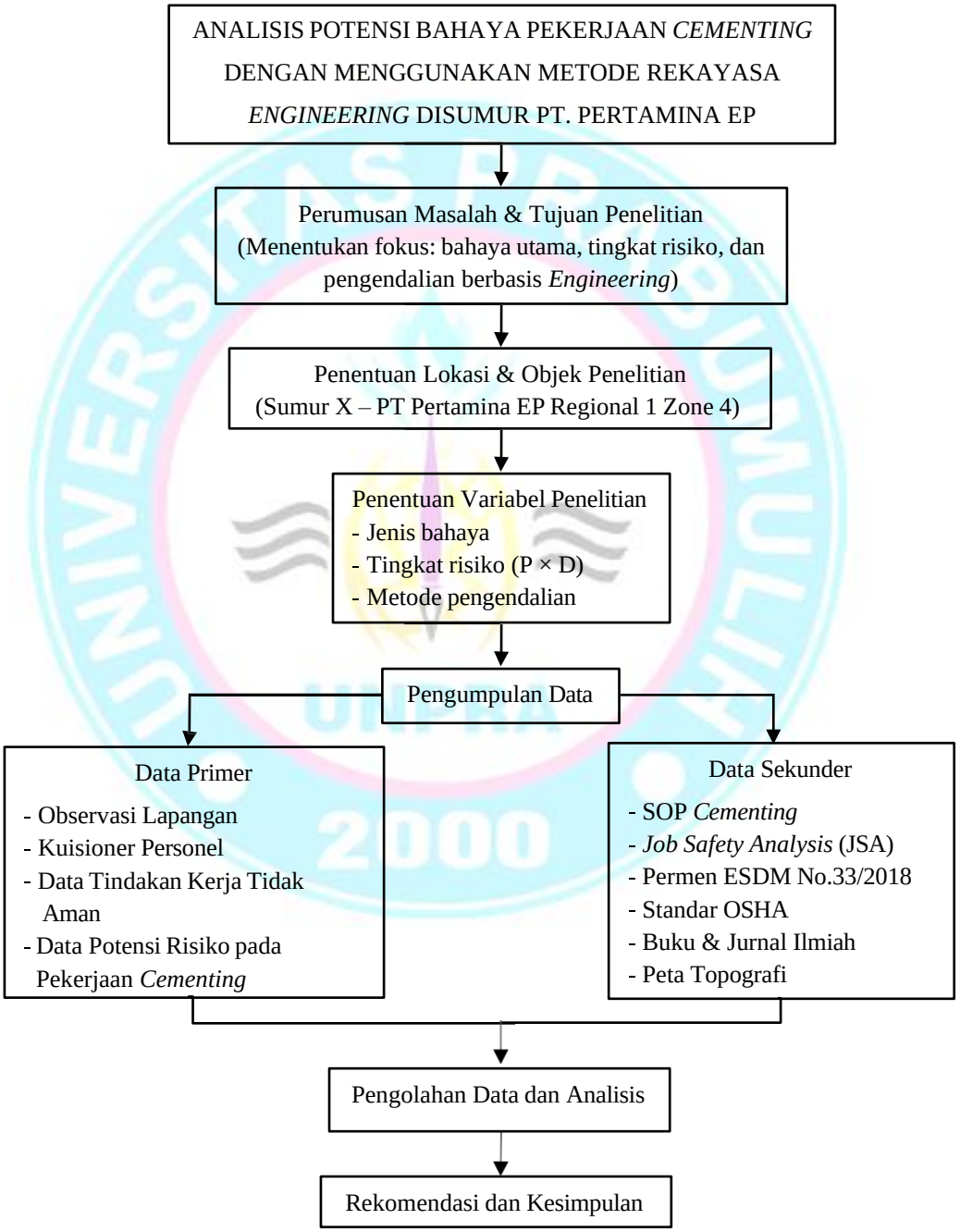
   Berdasarkan hasil penilaian, pengendalian dilakukan sesuai hierarki: eliminasi, substitusi, rekayasa *engineering*, administratif, dan APD. Fokus utama adalah penerapan rekayasa *engineering*.

6. Rekomendasi / Kesimpulan

Rekomendasi dan kesimpulan merupakan bagian akhir penelitian yang berisi rangkuman hasil utama analisis serta saran perbaikan yang disusun berdasarkan

temuan penelitian. Kesimpulan menjelaskan pencapaian tujuan penelitian, sedangkan rekomendasi memberikan usulan tindakan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kondisi atau mengatasi permasalahan yang ditemukan.

3.3 Bagan Alir Penelitian



Sumber: Penulis, (2026)

Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi dan Analisis Potensi Bahaya serta Risiko dan Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan *Cementing*.

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan studi dokumen (RA dan JSA), diperoleh beberapa potensi bahaya yang dapat terjadi pada setiap tahapan pekerjaan *cementing* sebagai berikut beserta dengan dampak pada pekerjaan *cementing*.

Tabel 4.1 Tabel Identifikasi Potensi Bahaya dan Dampak Tahapan Pekerjaan *Cementing*

No	Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Dampak yang Ditimbulkan
1	Mobilisasi personel, unit, peralatan dan chemical	Kecelakaan lalu lintas	Cedera berat hingga kematian, kerusakan kendaraan
		Kendaraan tidak kuat menanjak	Kendaraan terguling, tabrakan, korban jiwa
2	Pengesetan Unit	Tumpahan chemical	Pencemaran lingkungan, paparan bahan berbahaya ke pekerja
		Tertabrak	Luka serius, patah tulang
		Terjepit	Cedera anggota tubuh, amputasi
		Tertimpa	Cedera berat atau fatal
3	*Rig up line* dari pompa ke *rig*	Terpukul	Luka memar, cedera kepala
		Tertimpa	Cedera serius
		Terjepit	Kerusakan jaringan tubuh

No	Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Dampak yang Ditimbulkan
		Cedera saat mengangkat	Cedera otot, keseleo
4	*Pressure test line*	*Line* pecah	Ledakan kecil, cedera fatal
		Tekanan tinggi	Luka akibat tekanan (*high pressure injury*)
5	*Mixing Chemical/additive*	Terpukul *line*	Cedera serius hingga kematian
		Paparan bahan kimia	Iritasi kulit, luka bakar kimia, gangguan pernapasan
6	Pemompaan	*Line* pecah	Paparan fluida bertekanan tinggi, cedera fatal
		Paparan *chemical*	Keracunan, iritasi, luka kimia
		Kebakaran	Luka bakar, kerusakan fasilitas
7	Pengangkatan rangkaian tubing	Terjatuh	Cedera tubuh, patah tulang
		Tertimpa	Cedera berat
		Terpukul	Luka serius
8	Reverse out dan squeeze	Line pecah	Paparan tekanan tinggi, cedera fatal
		Paparan chemical	Keracunan, iritasi
9	Ablas tekanan *line*	Tekanan tinggi	Cedera akibat semburan tekanan

No	Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Dampak yang Ditimbulkan
		Paparan *chemical*	Iritasi, pencemaran lingkungan
10	*Rig down line* dan *flush*	Terpukul	Cedera ringan hingga berat
		Tertimpa	Cedera serius
		Terjepit	Cedera anggota tubuh
11	*House keeping*	Limbah tidak terkelola	Pencemaran lingkungan
		Peralatan tertinggal	Bahaya tersandung, kecelakaan lanjutan

Sumber: JSA PT.BukitApit Bumi Persada, (2026)

4.2 Analisis Risiko dan Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan *Cementing*

Analisis risiko dan kecelakaan kerja pada *cementing* dianalisis dari beberapa tahapan yaitu:

4.2.1 Hasil Penilaian Risiko dan Pengendalian Risiko berdasarkan Metode Rekayasa *(Engineering Control*)

Penilaian risiko dilakukan dengan menggunakan metode matriks risiko berdasarkan nilai probabilitas (P) dan dampak (D). Dimana:

- **Probabilitas (P)** adalah kemungkinan terjadinya suatu bahaya
- **Dampak (D)** adalah tingkat keparahan akibat jika bahaya terjadi

Metode ini digunakan untuk menentukan tingkat risiko sehingga dapat diketahui prioritas pengendalian yang harus dilakukan. Berikut tabel penilaian risiko. Metode rekayasa merupakan upaya pengendalian risiko melalui desain teknis, modifikasi peralatan, atau sistem kerja untuk menghilangkan atau mengurangi bahaya secara langsung.

4.2.2 Skala Probabilitas

Skala probabilitas digunakan untuk menilai tingkat kemungkinan suatu bahaya atau kejadian dapat terjadi selama aktivitas pekerjaan berlangsung.

Tabel 4.2 Tabel Skala Probabilitas

KEMUNGKINAN (PROBABILITY) / TINGKAT BAHAYA (HAZARD RATING)		DEFINISI
1	RENDAH	- Tidak pernah terdengar di Industri Minyak dan Gas di Indonesia - Untuk bahaya kesehatan nilai /Risk= L x S dalam range 1-3
2		- Pernah terdengar di Industri Minyak dan Gas di Indonesia - Untuk bahaya kesehatan nilai Risk= L x S dalam range 4-6
3	SEDANG	- Pernah terjadi di Industri Minyak dan Gas di Indonesia - Untuk bahaya kesehatan nilai Risk= L x S dalam range 7-9
4	TINGGI	- Terjadi beberapa kali per tahun di Industri Minyak dan Gas di Indonesia - Untuk bahaya kesehatan nilai Risk= L x S dalam range 10-12
5		- Terjadi beberapa kali per tahun di salah satu kegiatan perusahaan (Pertamina) - Untuk bahaya kesehatan nilai Risk= L xS dalam range 13-25

Sumber: PT.BBP, (2022)

4.2.3 Kriteria Penentuan Probabilitas

Penilaian probabilitas ditentukan berdasarkan beberapa faktor berikut:

1. Frekuensi pekerjaan

   Semakin sering pekerjaan dilakukan, maka probabilitas kejadian semakin tinggi

2. Pengalaman dan kompetensi pekerja

   Pekerja yang kurang berpengalaman meningkatkan kemungkinan terjadinya kesalahan

3. Kondisi peralatan

   Peralatan yang tidak layak atau tidak terawat meningkatkan risiko kegagalan

4. Lingkungan kerja

   Kondisi seperti cuaca, medan, dan ruang kerja sempit dapat meningkatkan probabilitas

5. Efektivitas pengendalian yang ada

   Semakin baik pengendalian (*engineering* control, SOP, APD), maka probabilitas dapat menurun.

4.2.4 Skala Dampak

Skala dampak digunakan untuk mengukur tingkat keparahan akibat yang ditimbulkan jika suatu bahaya terjadi. Penilaian ini menjadi dasar dalam menentukan tingkat risiko dan prioritas pengendalian.

a. Dampak terhadap Manusia

Tabel 4.3 Dampak Terhadap Manusia

SEVERITY (KEPARAHAN)		DAMPAK POTENSIAL	DEFINISI
0		Tanpa Cedera	---
1	RENDAH	Cedera Ringan	- Tidak menyebabkan hari hilang - Menyebabkan gangguan namun tidak mempengaruhi performa kerja atau menyebabkan kecacatan. Contoh : debu yang tidak beracun
2	SEDANG	Cedera Sedang	- Menyebabkan hari hilang lebih dari 1 s.d 21 hari - Menyebabkan gangguan kesehatan kecil yang reversibel dan mempengaruhi performan kerja seperti pembatasan aktivitas (kasus pekerjaan terbatas) atau kebutuhan untuk mengambil beberapa hari usaha penyembuhan total (kasus kehilangan hari kerja). Contoh: agen iritan, beberapa bakteri makanan yang beracun
3	TINGGI	Cedera Berat	- Menyebabkan hari hilang, lebih dari 21 hari, dan diduga akan menimbulkan cacat jasmani atau rohani yang akan menganggu tugas pekerjaannya - Merusak kesehatan secara ireversibel tanpa hilangnya nyawa. Contoh kebisingan, pekerjaan pengangkatan manual yang buruk, getaran/vibrasi pada tangan dan lengan, bahan kimia yang menyebabkan efek sistemik.
4		Cedera Fatal	- Satu korban meninggal/cacat total permanen/tidak mampu bekerja - Agen yang mampu merusak kesehatan secara permanen dengan kecacatan serius atau kematian. Contoh : Zat karsinogenik, panas, dingin, stress psikologis
5		Cedera Fatal Ganda	- Korban meninggal/cacat total permanen/tidak mampu bekerja lebih dari 1 (satu) orang - Agen-agen dengan potensi menyebabkan beberapa kematian. Contoh: bahan kimia dengan efek toksik akut (H2S, CO), yang dikenal manusia karsinogen (populasi terpapar besar)

Sumber: PT.BBP, (2022)

b. Dampak terhadap Peralatan/Aset

Tabel 4.4 Dampak Terhadap Peralatan/Aset

SEVERITY (KEPARAHAN)		DAMPAK POTENSIAL	DEFINISI
0	RENDAH	Tanpa Kerusakan	---
1		Kerusakan Sangat Kecil	- Tidak menimbulkan gangguan operasi - Biaya perbaikan ≤ US $ 1,000
2	SEDANG	Kerusakan Kecil	- Menimbulkan gangguan operasi ringan - US $ 1,000 < Biaya perbaikan ≤ US $ 10,000
3		Kerusakan Sedang	- Menimbulkan gangguan operasi cukup besar - US $ 10,000 < Biaya perbaikan ≤ US $ 100,000
4	TINGGI	Kerusakan Besar	- Menimbulkan gangguan operasi cukup besar (operasi berhenti) - US $ 100,000 < Biaya perbaikan ≤ US $ 1,000,000
5		Kerusakan Parah	- Menyebabkan terhentinya operasi dan bisnis perusahaan - US $ 1,000,000 < Biaya perbaikan

Sumber: PT.BBP, (2022)

c. Dampak terhadap Lingkungan

Tabel 4.5 Dampak Terhadap Lingkungan

SEVERITY (KEPARAHAN)		DAMPAK POTENSIAL	DEFINISI
0	RENDAH	Tanpa Dampak	---
1		Dampak Ringan	- Dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan namun dapat diabaikan - Konsekuensi keuangan < US $ 1,000
2	SEDANG	Dampak Sedang	- Menimbulkan kerusakan lingkungan di wilayah setempat yang dapat segera ditangani dan tidak bersifat permanen - Konsekuensi keuangan US $ 1,000 - US $ 10,000
3	TINGGI	Dampak Besar Setempat (Skala Daerah)	- Menimbulkan kerusakan lingkungan yang besar (melebihi nilai baku mutu lingkungan / ketentuan lainnya) dan luas (menyebar sampai ke luar lokasi / tempat kejadian) namun tidak bersifat permanen - Konsekuensi keuangan > US $ 10,000 - US $ 100,000
4		Dampak Besar (Skala Nasional)	- Menimbulkan kerusakan lingkungan yang besar dan luas, terus menerus dalam jangka waktu yang panjang - Konsekuensi keuangan > US $ 100,000 - US $ 1,000,000
5		Dampak Luar Biasa (Skala Internasional)	- Menimbulkan kerusakan lingkungan yang sangat besar dan luas, bersifat permanen (berdampak jangka panjang dan tidak bisa direhabilitasi) serta memberikan dampak langsung terhadap masyarakat luas - Konsekuansi keuangan > US $ 1,000,000

Sumber: PT.BBP, (2022)

Tabel 4.3 sampai 4.5 cara penentuan nilai *severity* (S) pada metode HIRADC dilakukan dengan mempertimbangkan tiga aspek utama, yaitu dampak terhadap manusia, dampak terhadap peralatan/aset, dan dampak terhadap lingkungan. Nilai keparahan dipilih berdasarkan konsekuensi terburuk yang mungkin terjadi dari suatu bahaya. Semakin besar dampak yang ditimbulkan terhadap pekerja, aset perusahaan, maupun lingkungan, maka semakin tinggi nilai severity yang digunakan dalam perhitungan risiko. Nilai *severity* tersebut kemudian dikalikan dengan nilai probability untuk memperoleh tingkat risiko (*Risk* = *Probability* × *Severity*) pada setiap tahapan pekerjaan *cementing*.

4.2.5 Penilaian Risiko

Penentuan skala dampak dan risiko kita dapat menentukan hasil penilaian risiko dan tindakan pengandaliannya berdasarkan tahapan pekerjaan *cementing*.

Tabel 4.6 Hasil Penilaian Risiko

No	Deskripsi Langkah Pekerjaan	Bahaya	Dampak	Risiko Awal (5)			Tindakan Pengendalian (6)		Risiko Sisa (7)		
				Keparahan (Severity)	Kemungkinan (Likelihood/Probability)	Tingkat Risiko	1. Eliminasi (EL) 2. Subtitusi (SUB) 3. *Engineering Control* (EC) 4. Administratif *Control* (AC) 5. Alat Pelindung Diri (APD) /*Personal Protective Equipment*,(PPE)		Keparahan (Severity)	Kemungkinan (Likehlihood/Probability)	Tingkat Risiko
1	Mobilisasi Personel, Unit, Peralatan dan Zat Kimia kelokasi	Kecelakaan lalu lintas	Cedera berat hingga kematian, kerusakan kendaraan	5	3	15	EL	1. Patuhi rambu-rambu lalu lintas. 2. Pengemudi unit harus yang sudah berpengalaman dan mengenal kondisi jalan kelokasi.	5	1	5
							SUB	1. Menggunakan kendaraan yang memenuhi standar operasional Perusahaan. 2. Menggunakan bahan tingkat rendah.			
		Kendaraan tidak kuat menanjak	Kendaraan terguling, tabrakan, korban jiwa				EC	1. Gunakan unit dengan kapasitas sesuai medan (*engine power & braking system* memadai). 2. Pasang GPS & *speed limiter*. 3. Sistem rem tambahan (*retarder*). 4. *Chemical* harus dikemas dan ditangani sesuai aturan (Diikat dengan *chain*) 5. Siapkan peralatan dan material pembersih tumpahan.			

No	Deskripsi Langkah Pekerjaan	Bahaya	Dampak	Risiko Awal (5)			Tindakan Pengendalian (6) 1. Eliminasi (EL) 2. Subtitusi (SUB) 3. *Engineering Control* (EC) 4. Administratif *Control* (AC) 5. Alat Pelindung Diri (APD) /*Personal Protective Equipment*,(PPE)		Risiko Sisa (7)		
				Keparahan (Severity)	Kemungkinan (Likelihood/Probability)	Tingkat Risiko			Keparahan (Severity)	Kemungkinan (Likehlihood/Probability)	Tingkat Risiko
		Tumpahan *chemical*	Pencemaran lingkungan, paparan bahan berbahaya ke pekerja				AC	1. Pemeriksaan kendaraan sebelum digunakan. 2. Mengikuti MSDS. 3. Pelatihan penanganan tumpahan.			
							PPE	APD Lengkap			
2	Pengesetan Unit	Tertabrak	Luka serius, patah tulang	4	4	16	EL	Menghilangkan pekerjaan pada *area pinch point* yang tidak diperlukan.	4	1	4
							SUB	Mengganti peralatan atau material yang memiliki tingkat risiko lebih tinggi dengan yang lebih aman.			
		Terjepit	Cedera anggota tubuh, amputasi				EC	Pemasangan pembatas agar posisi tidak terlalu dekat dengan zona bahaya di dalam lingkup kerja.			
							AC	Melaksanakan *Toolbox Meeting* sebelum pekerjaan			
		Tertimpa	Cedera berat atau fatal				PPE	APD Lengkap			
3	*Rig up line* dari Pompa ke R*ig*	Terpukul	Luka memar, cedera kepala	5	4	20	EL	Menghilangkan pengangkatan manual yang tidak diperlukan.	5	1	5

No	Deskripsi Langkah Pekerjaan	Bahaya	Dampak	Risiko Awal (5)			Tindakan Pengendalian (6) 1. Eliminasi (EL) 2. Subtitusi (SUB) 3. *Engineering Control* (EC) 4. Administratif *Control* (AC) 5. Alat Pelindung Diri (APD) /*Personal Protective Equipment*,(PPE)		Risiko Sisa (7)		
				Keparahan (Severity)	Kemungkinan (Likelihood/Probability)	Tingkat Risiko			Keparahan (Severity)	Kemungkinan (Likelihood/Probability)	Tingkat Risiko
		Tertimpa	Cedera serius				SUB	Menggunakan alat bantu *lifting*.			
							EC	1. Pasang penanda dan *barrier* untuk mencegah akses di bawah pekerjaan pengangkatan. 2. Gunakan alat angkat untuk menaikkan peralatan. 3. Amankan peralatan (*tie-off*). 4. Perhatikan jarak aman pengoperasian alat angkat.			
		Terjepit	Kerusakan jaringan tubuh				AC	1. Tidak berada dibawah benda yang sedang diangkat. Posisikan postur badan dengan benar.			
		Cedera saat mengangkat	Cedera otot, keseleo				PPE	APD Lengkap			
4	*Pressure Test Line*	*Line* pecah	Ledakan kecil, cedera fatal	5	4	20	EL	Isolasi sumber tekanan yang tidak digunakan.	5	1	5
		Tekanan tinggi	Luka akibat tekanan (*high*				SUB	Menggunakan *line* dengan pressure rating lebih tinggi.			

No	Deskripsi Langkah Pekerjaan	Bahaya	Dampak	Risiko Awal (5)			Tindakan Pengendalian (6) 1. Eliminasi (EL) 2. Subtitusi (SUB) 3. *Engineering Control* (EC) 4. Administratif *Control* (AC) 5. Alat Pelindung Diri (APD) /*Personal Protective Equipment*,(PPE)		Risiko Sisa (7)		
				Keparahan (Severity)	Kemungkinan (Likelihood/Probability)	Tingkat Risiko			Keparahan (Severity)	Kemungkinan (Likehlihood/Probability)	Tingkat Risiko
			pressure injury)				EC	1. *Safety chain* pada setiap sambungan. 2. Gunakan *high pressure rated pipe* (sesuai rating PSI). 3. Pastikan pressure gauge berfungsi (P=1500-2000 psi). 4. Buang tekanan yang terjebak.			
		Terpukul *line*	Cedera serius hingga kematian				AC	SOP *pressure test*			
							PPE	APD Lengkap			
5	*Mixing Chemical/Additive*	Terkena bahan kimia	Iritasi kulit, luka bakar kimia, gangguan pernapasan	4	4	16	EL	Menghilangkan bahan yang tidak diperlukan.	4	1	4
							SUB	Menggunakan chemical yang lebih rendah tingkat bahayanya.			
							EC	1. Sistem *mixing* tertutup (*closed mixing system*). 2. *Drain* atau *purging* peralatan. 3. Uji dan analisis material			
							AC	1. Pastikan msds tersedia dan dikomunikasikan dengan pihak yang terlibat. 2. Pelatihan *chemical handling*.			
							PPE	Gunakan PPE yang telah ditentukan, sediakan *eyewash* dalam keadaan terisi dan baik untuk digunakan			
6	Pemompaan	*Line* pecah	Paparan fluida bertekanan	5	4	20	EL	Material yang mudah terbakar agar dijauhkan dari api, panas, atau pijaran.	5	1	5

No	Deskripsi Langkah Pekerjaan	Bahaya	Dampak	Risiko Awal (5)			Tindakan Pengendalian (6) 1. Eliminasi (EL) 2. Subtitusi (SUB) 3. *Engineering Control* (EC) 4. Administratif *Control* (AC) 5. Alat Pelindung Diri (APD) /*Personal Protective Equipment*,(PPE)		Risiko Sisa (7)		
				Keparahan (Severity)	Kemungkinan (Likelihood/Probability)	Tingkat Risiko			Keparahan (Severity)	Kemungkinan (Likehlihood/Probability)	Tingkat Risiko
			tinggi, cedera fatal								
							SUB	Menggunakan *line* sesuai *pressure rating*			
		Paparan *chemical*	Keracunan, iritasi, luka kimia				EC	1. *Emergency shutdown system* (ESD). 2. *Fire extinguisher system* 3. Pasang *pressure relief system*			
		Kebakaran	Luka bakar, kerusakan fasilitas				AC	*Pressure test* sebelum operasi			
							PPE	APD Lengkap			
7	Pengangkatan Rangkaian *Tubing*	Terjatuh	Cedera tubuh, patah tulang	4	4	16	EL	Menghilangkan pengangkatan manual	4	1	4
		Tertimpa	Cedera berat				SUB	Menggunakan alat handling otomatis.			
							EC	1. Pastikan *hoisting system* berfungsi dengan baik dan aman di operasikan.			

No	Deskripsi Langkah Pekerjaan	Bahaya	Dampak	Risiko Awal (5)			Tindakan Pengendalian (6)		Risiko Sisa (7)		
				Keparahan (Severity)	Kemungkinan (Likelihood/Probability)	Tingkat Risiko	1. Eliminasi (EL) 2. Subtitusi (SUB) 3. *Engineering Control* (EC) 4. Administratif *Control* (AC) 5. Alat Pelindung Diri (APD) /*Personal Protective Equipment*,(PPE)		Keparahan (Severity)	Kemungkinan (Likehlihood/Probability)	Tingkat Risiko
		Terpukul	Luka serius				2. *Load indicator pada crane*. 3. Memasang handrail/pagar pengaman di area kerja. 4. Memasang *anchor point* untuk *full body harness* (*fall protection system*).				
							AC	Training Ergonomis & APD			
							PPE	Gunakan PPE yang telah ditentukan (*safety helmet*, sarungtangan, *safety shoes*)			
8	*Reverse Out dan Squeeze*	*Line* pecah	Paparan tekanan tinggi, cedera fatal	4	3	12	EL	1. Menghilangkan sambungan, hose, atau line yang tidak diperlukan pada sistem sehingga mengurangi titik potensi kegagalan, 2. Menghilangkan penggunaan bahan kimia yang tidak diperlukan dalam proses atau mengurangi volume bahan kimia yang digunakan.	4	1	4
							SUB	Menggunakan material semen, aditif, atau metode *squeeze* yang lebih sesuai dengan kondisi formasi untuk mengurangi potensi kegagalan penyemenan dan kebutuhan pekerjaan ulang			

No	Deskripsi Langkah Pekerjaan	Bahaya	Dampak	Risiko Awal (5)			Tindakan Pengendalian (6)		Risiko Sisa (7)		
				Keparahan (Severity)	Kemungkinan (Likelihood/Probability)	Tingkat Risiko	1. Eliminasi (EL) 2. Subtitusi (SUB) 3. *Engineering Control* (EC) 4. Administratif *Control* (AC) 5. Alat Pelindung Diri (APD) /*Personal Protective Equipment*,(PPE)		Keparahan (Severity)	Kemungkinan (Likehlihood/Probability)	Tingkat Risiko
							EC	1. Menggunakan pipa/hos berstandar tekanan tinggi, 2. Memasang *pressure relief valve* (katup pengaman tekanan). 3. Instalasi *pressure gauge* dan sistem monitoring tekanan. 4. Menggunakan *closed system* / sistem tertutup, 5. Menggunakan containment (penahan tumpahan), 6. Memasang alarm deteksi gas/uap kimia di area kerja			
		Paparan *chemical*	Keracunan, iritasi				AC	1. Membuat *SOP Reverse Out* dan *Squeeze* 2. Melakukan *toolbox meeting* sebelum pekerjaan dimulai. 3. Menyediakan dan mensosialisasikan SDS/MSDS bahan kimia.			
							PPE	APD Lengkap			
9	Ablas Tekanan *Line*	Tekanan tinggi	Cedera akibat semburan tekanan	4	3	12	EL	Menghilangkan penggunaan line yang rusak, aus, korosi, atau tidak memenuhi standar tekanan kerja sebelum pekerjaan dimulai.	4	1	4
							SUB	Mengganti *line, hose, fitting*, dan sambungan dengan peralatan yang memiliki rating tekanan lebih tinggi dan material yang lebih tahan terhadap bahan kimia yang digunakan.			

No	Deskripsi Langkah Pekerjaan	Bahaya	Dampak	Risiko Awal (5)			Tindakan Pengendalian (6) 1. Eliminasi (EL) 2. Subtitusi (SUB) 3. *Engineering Control* (EC) 4. Administratif *Control* (AC) 5. Alat Pelindung Diri (APD) /*Personal Protective Equipment*,(PPE)		Risiko Sisa (7)		
				Keparahan (Severity)	Kemungkinan (Likelihood/Probability)	Tingkat Risiko			Keparahan (Severity)	Kemungkinan (Likehlihood/Probability)	Tingkat Risiko
							EC	*Pressure release valve*			
		Paparan *chemical*	Iritasi, pencemaran lingkungan				AC	Melaksanakan inspeksi dan *pressure test* sebelum operasi, menerapkan SOP pekerjaan bertekanan tinggi.			
			Iritasi, pencemaran lingkungan				PPE	Gunakan PPE untuk menangani zat kimia (*Chemical gloves*, masker, apron)			
10	*Rig down line* dari *rig floor and flush*	Terpukul	Cedera ringan hingga berat	4	4	16	EL	Menghilangkan pengangkatan manual.	4	1	4
							SUB	Menggunakan alat handling mekanis.			
		Tertimpa	Cedera serius				EC	Gunakan alat bantu handling (*lifting device)*			
		Terjepit	Cedera anggota tubuh				AC	Jangan berada dibawah benda yang sedang diangkat.			
							PPE	*Safety helmet* dan *safety shoes*,sarung tangan kerja			
11	*House Keeping*	Limbah tidak terkelola	Pencemaran lingkungan	3	4	12	EL	Mengurangi timbulnya limbah sejak tahap perencanaan pekerjaan	3	1	3
							SUB	Menggunakan material yang menghasilkan limbah lebih sedikit			

No	Deskripsi Langkah Pekerjaan	Bahaya	Dampak	Risiko Awal (5)			Tindakan Pengendalian (6)		Risiko Sisa (7)		
				Keparahan (Severity)	Kemungkinan (Likelihood/Probability)	Tingkat Risiko	1. Eliminasi (EL) 2. Subtitusi (SUB) 3. *Engineering Control* (EC) 4. Administratif *Control* (AC) 5. Alat Pelindung Diri (APD) /*Personal Protective Equipment*,(PPE)		Keparahan (Severity)	Kemungkinan (Likelihood/Probability)	Tingkat Risiko
							EC	1. Sistem drainase & limbah (*waste pit*). 2. Tempat limbah terpisah (B3 & non-B3)			
		Peralatan tertinggal	Bahaya tersandung, kecelakaan lanjutan				AC	1. Rapikan dan kumpulkan peralatan setelah digunakan. 2. Lakukan pengecekan area sebelum meninggalkan lokasi kerja. 3. Berkoordinasi dengan pihak *rig*, buang limbah/sampah pada tempatnya			
							PPE	Sarung tangan kerja, *safety shoes* dan *safety helmet*			

Sumber : PT.BBP, (2026)

Tabel 4.6 penilaian risiko pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode HIRADC melalui tahapan identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan penentuan pengendalian. Nilai risiko diperoleh dari hasil perkalian antara keparahan (*severity*) dan kemungkinan terjadinya bahaya *(probability/likelihood*). Penentuan nilai severity didasarkan pada tingkat dampak terhadap manusia, peralatan/aset, dan lingkungan, sedangkan nilai *probability* ditentukan berdasarkan frekuensi pekerjaan, kondisi peralatan, pengalaman pekerja, kondisi lingkungan kerja, serta efektivitas pengendalian yang ada. Hasil perkalian kedua nilai tersebut menghasilkan tingkat risiko awal yang kemudian dikategorikan menjadi risiko rendah, sedang, tinggi, atau *ekstrem*. Setelah dilakukan pengendalian sesuai hirarki pengendalian risiko, dilakukan penilaian kembali untuk memperoleh nilai risiko sisa (*residual risk*) dan mengetahui efektivitas pengendalian yang diterapkan.

4.2.6 Kategori Tingkat Risiko

Tabel 4.7 Skala Penilaian Risiko

	Severity of Consequences				
Likelihood of Occurrence	1. Minor Injuries [No lost time]	2. Significant Injury [up to 7 Days]	3. Serious Injury [7 Day Injury]	4. Major Injury	5. Fatality
1. Very unlikely [hasn't occurred before]	1	2	3	4	5
2 - Slight [rarely occurs]	2	4	6	8	10
3 - Feasible [possible, but not common]	3	6	9	12	15
4 - Likely [has before, will again]	4	8	12	16	20
5 - Very Likely [occurs frequently]	5	10	15	20	25
Risk Rating: Likelihood * Severity	Minimal 1-2	Low 3-9	Medium 10-15	High 16-20	Extreme 25

Sumber: PT.BBP, (2022)

Tabel 4.8 Kategori Risiko

Kategori Risiko	**Keterangan**
Rendah	Risiko dapat diterima, tetap lakukan pengendalian standar
Sedang	Perlu pengendalian tambahan dan pengawasan
Tinggi	Harus dilakukan pengendalian segera sebelum pekerjaan dilakukan
Ekstrem	Tidak boleh dilakukan sebelum risiko diturunkan

Sumber: ISO 31000:2018

Adapun tindakan yang dilakukan berdasarkan tingkat risikonya:

- **Rendah:**
  Lanjutkan pekerjaan dengan prosedur standar dan monitoring rutin
- **Sedang:**
  Tambahkan kontrol teknis atau administratif, tingkatkan pengawasan
- **Tinggi:**
  Wajib dilakukan mitigasi risiko (*engineering control*, SOP tambahan, izin kerja)
- **Ekstrem:**
  Hentikan pekerjaan sampai risiko dapat dikendalikan ke tingkat yang lebih rendah

4.2.7 Analisis Hasil Penilaian Risiko berdasarkan Tabel Penilaian Risiko

Berdasarkan hasil perhitungan terhadap seluruh tahapan pekerjaan, diperoleh bahwa:

1. Sebagian besar aktivitas berada pada kategori risiko tinggi
   Nilai risiko yang diperoleh umumnya berada pada rentang 16-20, yang termasuk dalam kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pekerjaan memiliki potensi bahaya yang signifikan dan dapat menyebabkan cedera serius apabila tidak dikendalikan dengan baik.
2. Aktivitas dengan risiko paling tinggi
   Beberapa tahapan pekerjaan yang memiliki nilai risiko tertinggi antara lain:
   1. Mobilisasi Personel, Unit, Peralatan dan Zat Kimia kelokasi
   2. *Pressure test line*
   3. Pengesetan Unit
   4. Pemompaan
   5. *Rig up line* dari Pompa ke *Rig*

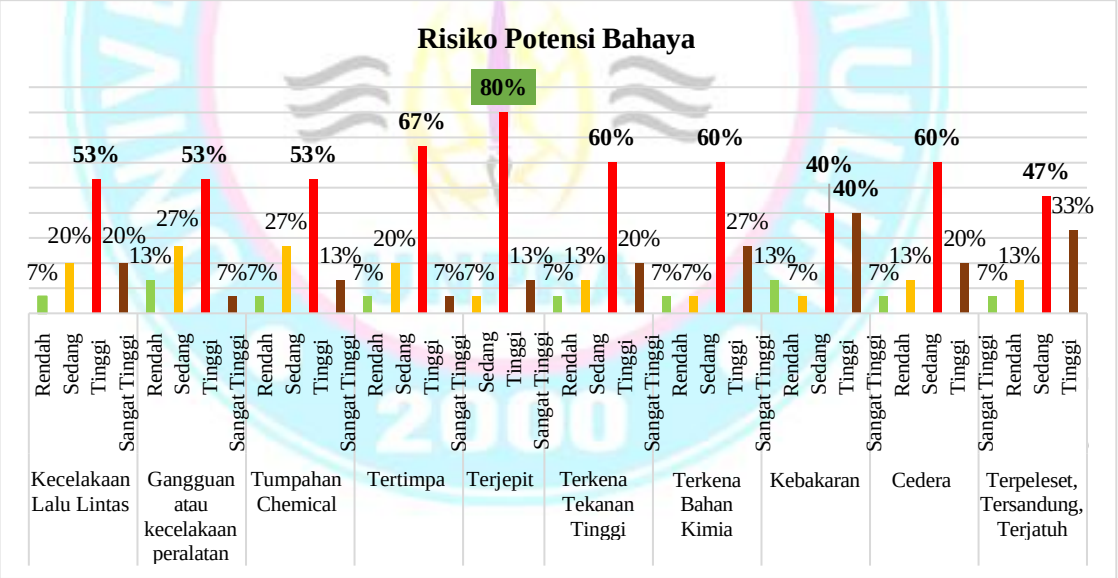
   Aktivitas tersebut memiliki kombinasi antara tekanan tinggi, energi besar, sehingga berpotensi menimbulkan kecelakaan fatal.
3. Risiko kategori sedang tetap perlu perhatian
   Beberapa pekerjaan seperti *reverse out dan squeeze*, ablas tekanan *line* dan *house keeping* berada pada kategori sedang (nilai 12). Meskipun tidak

setinggi risiko lainnya, potensi bahaya tetap dapat berkembang menjadi lebih serius apabila tidak dikendalikan.

4. Faktor utama penyebab tingginya risiko
    1) Penggunaan tekanan tinggi pada sistem perpipaan
    2) Keterlibatan bahan kimia berbahaya
    3) Aktivitas pengangkatan (*lifting*) dan penggunaan alat berat
    4) Interaksi manusia dengan peralatan berenergi tinggi

4.2.8 Analisis Risiko berdasarkan Hasil Kuisioner

Hasil kuesioner yang telah diisi oleh 15 responden menunjukkan bahwa sebagian besar responden memberikan jawaban pada kategori tinggi. Responden terdiri dari operator *cementing*, *helper*, *engineer* dan HSE. Data yang diperoleh kemudian dianalisis berdasarkan tingkat kemungkinan terjadinya bahaya pada setiap tahapan pekerjaan *cementing*.



Sumber: Hasil Kuisioner, (2026)

Gambar 4.1 Diagram Risiko Potensi Bahaya Responden

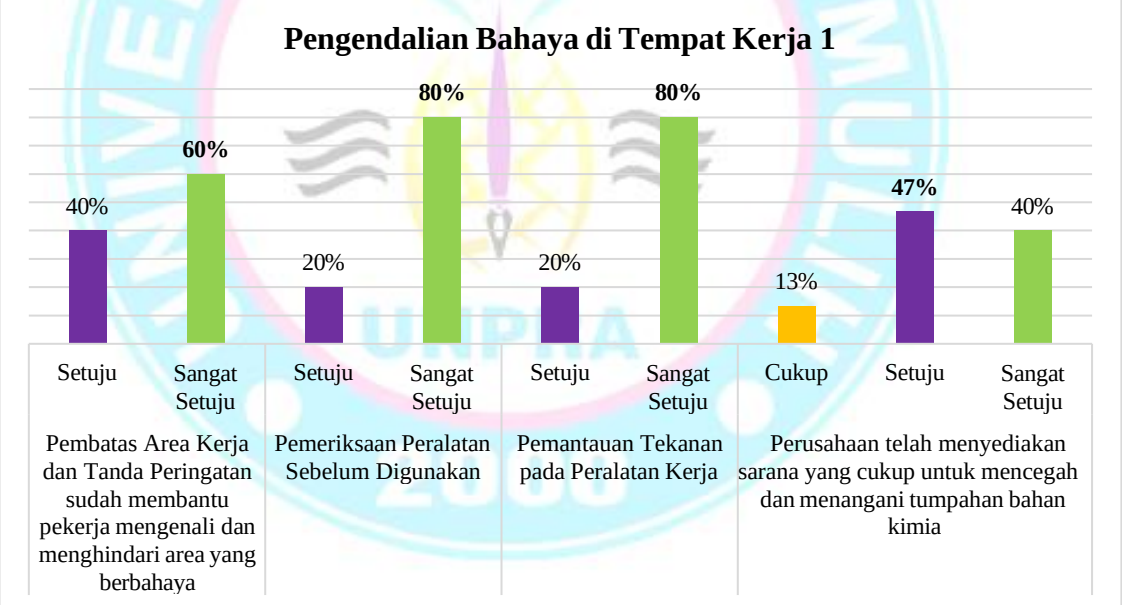
Berdasarkan hasil kuesioner, diperoleh data pada presentase tinggi paling besar. Hasil tersebut menunjukkan risiko pekerjaan *cementing* tinggi pada setiap tahapannya dengan potensi bahaya paling tinggi yaitu terjepit yang ada pada tahapan pengesetan unit, *rig up line* dari pompa ke *rig* dan r*ig down line* dari *rig floor and flush* dengan presentase sebesar 80%. Setelah risiko potensi bahaya

terjepit yaitu tertimpa benda (67%), terkena tekanan tinggi (60%), terkena bahan kimia (60%), dan cedera (60%) (Gambar 4.6). Temuan ini menunjukkan bahwa pekerjaan *cementing* merupakan pekerjaan berisiko tinggi karena melibatkan penggunaan alat berat, sistem tekanan tinggi, bahan kimia, serta aktivitas pengangkatan material.

4.3 Langkah- Langkah Pengendalian Potensi Bahaya Pekerjaan *Cementing*

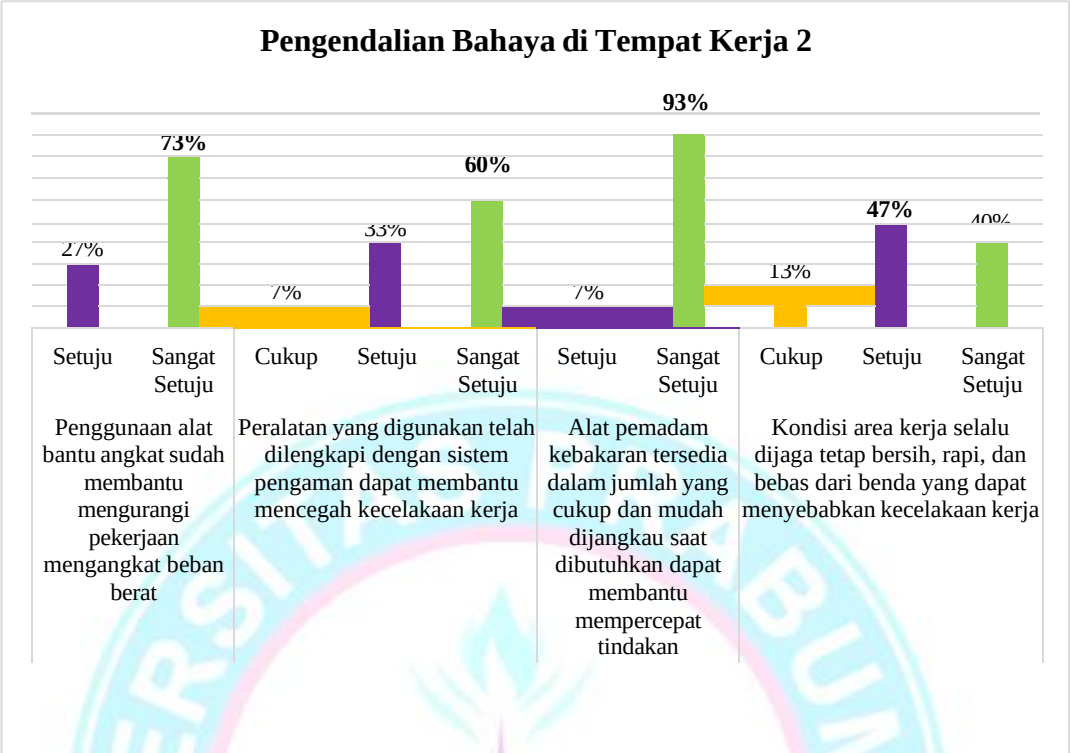
Pengendalian potensi bahaya pekerjaan *cementing* dianalisis berdasarkan THA (*Task Hazard Assessment)* dan diolah pada Tabel 4.6. Analisis tersebut kemudian diperkuat melalui penyebaran Kuesioner Pengendalian Bahaya di Tempat Kerja dan Kuesioner Efektivitas Pengendalian kepada responden pada Gambar 4.2, Gambar 4.3 dan Gambar 4.4.

4.3.1 Pengendalian Bahaya di Tempat Kerja



Sumber: Hasil Kuisioner, (2026)

Gambar 4.2 Diagram Pengendalian Bahaya di Tempat Kerja Responden 1

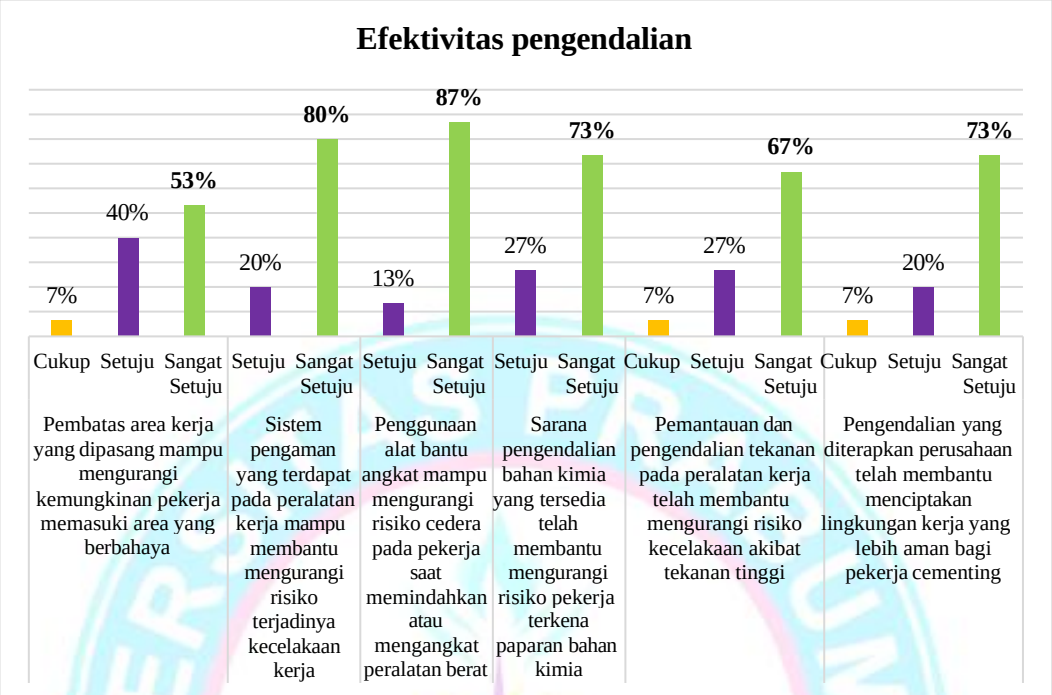


Sumber: Hasil Kuisioner, (2026)

Gambar 4.3 Diagram Pengendalian Bahaya di Tempat Kerja Responden 2

Berdasarkan hasil kuesioner yang diberikan kepada responden, diperoleh gambaran mengenai efektivitas pengendalian risiko yang telah diterapkan perusahaan pada pekerjaan *cementing*. Mayoritas responden memberikan penilaian setuju dan sangat setuju terhadap berbagai bentuk pengendalian yang telah dilakukan. Pengendalian dengan tingkat persetujuan tertinggi adalah ketersediaan alat pemadam kebakaran (93% sangat setuju), diikuti oleh pemeriksaan peralatan sebelum digunakan (80% sangat setuju) dan pemantauan tekanan pada peralatan (80% sangat setuju) (Gambar 4.2.) (Gambar 4.3.). Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan metode rekayasa *engineering* pada pekerjaan *cementing* telah berjalan dengan baik dan mampu mengurangi potensi bahaya yang sebelumnya teridentifikasi, seperti kebakaran, kegagalan peralatan, tekanan tinggi, tumpahan bahan kimia, serta risiko akibat pengangkatan material.

4.3.2 Efektivitas Pengendalian



Sumber: Hasil Kuisioner, (2026)

Gambar 4.4 Diagram Efektivitas Pengendalian Responden

Berdasarkan hasil kuesioner yang telah diberikan kepada responden, diperoleh gambaran mengenai tingkat efektivitas pengendalian risiko yang diterapkan pada pekerjaan *cementing*. Secara umum, mayoritas responden memberikan penilaian sangat setuju terhadap upaya pengendalian. Tingginya persentase jawaban "sangat setuju" pada setiap indikator menunjukkan bahwa responden menilai upaya pengendalian efektif dalam menekan kemungkinan terjadinya kecelakaan maupun mengurangi tingkat keparahan dampak yang dapat ditimbulkan. Nilai tertinggi diperoleh pada indikator penggunaan alat bantu angkat mampu mengurangi risiko cedera pekerja saat memindahkan material (87%), diikuti oleh sistem pengaman peralatan kerja (80%), serta sarana pengendalian bahan kimia dan efektivitas pengendalian secara keseluruhan (73%) (Gambar 4.4). Tidak terdapat indikator yang memperoleh penilaian negatif (tidak setuju atau sangat tidak setuju). Sebagian kecil responden memberikan penilaian cukup (7%) pada beberapa indikator, yang menunjukkan masih terdapat ruang untuk peningkatan efektivitas pengendalian. Tingkat persetujuan responden terhadap penggunaan alat bantu angkat (87%) dan sistem pengaman peralatan (80%)

menunjukkan bahwa rekayasa *engineering* memberikan kontribusi yang signifikan dalam menurunkan risiko cedera dan meningkatkan keselamatan kerja pada proses *cementing*.

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisis mengenai identifikasi bahaya dan penilaian risiko pada kegiatan *cementing* di Sumur PT. Pertamina EP Regional 1 *Zone* 4 Prabumulih, dapat disimpulkan bahwa tujuan penelitian telah tercapai, yaitu mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, serta mengevaluasi efektivitas pengendalian risiko di area kerja.

1. Berdasarkan tahap *Hazard Identification* dalam metode HIRADC, potensi bahaya ditemukan pada seluruh tahapan pekerjaan *cementing*, yaitu mobilisasi personel, unit, peralatan dan bahan kimia ke lokasi, pengesetan unit, *rig up line*, *pressure test line*, *mixing chemical/additive*, pemompaan, pengangkatan rangkaian tubing, *reverse out* dan *squeeze*, ablas tekanan *line*, *rig down line*, serta *house keeping*. Potensi bahaya yang teridentifikasi meliputi kecelakaan lalu lintas, tertabrak, terjepit, tertimpa benda, terpukul, paparan bahan kimia, kebakaran, tekanan tinggi, kegagalan *line* atau selang bertekanan, serta limbah yang tidak terkelola dengan baik. Tahapan *Risk Assessment*, setiap bahaya dinilai menggunakan matriks risiko berdasarkan nilai *Probability* dan *Severity*. Nilai probabilitas ditentukan dari frekuensi pekerjaan, pengalaman pekerja, kondisi peralatan, lingkungan kerja, dan efektivitas pengendalian yang ada, sedangkan nilai keparahan ditentukan berdasarkan dampak terhadap manusia, aset atau peralatan, dan lingkungan. Tingkat risiko diperoleh dari hasil perkalian nilai probabilitas dan keparahan (*Risk* = P × S). Hasil penilaian menunjukkan bahwa sebagian besar aktivitas memiliki risiko awal pada kategori tinggi dengan nilai antara 12–20. Risiko tertinggi ditemukan pada kegiatan *rig up line*, *pressure test line*, pemompaan, pengesetan unit, dan *mobilisasi personel* serta peralatan karena melibatkan tekanan tinggi, aktivitas pengangkatan material, penggunaan alat berat, dan bahan kimia.
2. Berdasarkan hasil identifikasi bahaya dan penilaian risiko menggunakan metode HIRADC, potensi kecelakaan kerja yang dapat terjadi meliputi luka memar, keseleo, patah tulang, cedera serius akibat tertimpa atau terjepit, cedera

akibat tekanan tinggi (*High Pressure Injury*), hingga kematian akibat kegagalan peralatan bertekanan tinggi, kecelakaan lalu lintas, atau kebakaran. Selain itu, potensi penyakit akibat kerja yang dapat timbul antara lain iritasi kulit, luka bakar kimia, gangguan pernapasan, keracunan akibat paparan bahan kimia, serta gangguan muskuloskeletal akibat aktivitas *manual handling* dan pengangkatan material. Potensi tersebut menunjukkan bahwa pekerjaan *cementing* termasuk pekerjaan berisiko tinggi yang memerlukan pengendalian secara menyeluruh..

3. Berdasarkan tahap *determining control* dalam metode HIRADC, pengendalian risiko dilakukan dengan mengacu pada hierarki pengendalian yang meliputi eliminasi, substitusi, *engineering control, administrative control*, dan penggunaan alat pelindung diri (APD). Dari berbagai pengendalian yang diterapkan, metode *engineering control* menjadi upaya pengendalian utama karena mampu mengurangi sumber bahaya secara langsung. Pengendalian tersebut meliputi penggunaan *pressure relief valve, emergency shutdown system* (ESD), *safety chain* pada sambungan bertekanan tinggi, *closed mixing system* pada proses pencampuran bahan kimia, *pressure monitoring* system, sistem pemadam kebakaran, alat bantu *lifting* tersertifikasi, *load indicator, handrail, dan fall protection system*. Efektivitas pengendalian ditunjukkan oleh hasil penilian risiko sisa (*residual risk*), dimana nilai risiko yang semula berada pada kategori tinggi (15–20) menurun menjadi kategori rendah dengan nilai 3–5 setelah pengendalian diterapkan. Hasil kuesioner juga menunjukkan mayoritas responden menyatakan setuju dan sangat setuju bahwa pengendalian rekayasa yang diterapkan efektif dalam mengurangi potensi kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja pada pekerjaan *cementing*. Penerapan metode HIRADC, khususnya melalui pengendalian rekayasa (*engineering control*), terbukti efektif dalam menurunkan tingkat risiko dan meningkatkan keselamatan serta kesehatan kerja pada operasi *cementing* di PT Pertamina EP *Regional* 1 *Zone* 4 Prabumulih.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat penulis sampaikan:

1. Menggunakan peralatan berstandar dan sistem pengaman (seperti PRV dan ESD) untuk mengurangi risiko teknis.
2. Menerapkan SOP, *Permit to Work* (PTW), dan *toolbox meeting* secara disiplin.
3. Memastikan penggunaan APD lengkap dan sesuai standar di setiap pekerjaan.
4. Melakukan inspeksi rutin serta memastikan kompetensi pekerja memadai.
5. Mengelola limbah dan bahan kimia dengan baik untuk mencegah pencemaran lingkungan.
6. Meningkatkan budaya keselamatan kerja (K3) melalui pelatihan dan pengawasan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Ambarani, A. Y., & Tualeka, A. R. 2017. *Hazard identification and risk assessment* (HIRA) pada proses fabrikasi plate tanki 42-T-501a PT Pertamina (Persero) RU VI *Balongan. Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 5(2):192-203.

Applying the hierarchy of controls to oil and gas development. 2025. PMC.

D.A.F., A. 2021. Kajian singkat terhadap penanganan keselamatan dan kesehatan kerja di sektor migas. Riset Sains dan Teknologi Kelautan, 4(1): 59–61

Hansabila, P. 2023. Analisis Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja pada Proses Instalasi Panel Surya dengan menggunakan Metode Hirarc (*Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control*) (Studi Kasus: PT. Omaja Power). *Doctoral dissertation* :Universitas Islam Indonesia.

Izadi, M., Trudel, E., & Frigaard, I. A. 2024. *Risk-based analysis of squeeze cementing operations. Geoenergy Science and Engineering*, 234: 212687.

Kumar, S., Bera, A., & Shah, S. N. 2022. *Potential Applications of Nanomaterials in Oil and Gas Well Cementing: Current Status, Challenges and Prospects*. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 213: 110395.

Li, G. 2023. *Cementing Technologies for Shale Oil and Gas Horizontal Wells, Eastern Oil Block, Shengli Oilfield*. *Natural Gas Exploration and Development*, 46(1): 132–140.

Luthfiansyah, F. A., Khairunisa, P., Yulianti, D., & Hasibuan, A. 2025. PENGARUH PENERAPAN PROSEDUR HIRARC TERHADAP KESELAMATAN KERJA DI KILANG MINYAK. Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik, 2(3): 501-506.

Makwana, D., Bellani, J., Verma, H. K., Khatri, D., & Shah, M. 2021. *Emergence of Nano Silica for Oil and Gas Well Cementing: Application, Challenges, and Future Scope*. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(28): 37110–37119.

Maulana, F. C., Wardana, S. P., Aji, T. R., & Haryono, D. S. 2024. Analisis Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja di Kilang dan Unit Utilitas PPSDM Migas Cepu. Swara Patra: Majalah Ilmiah PPSDM Migas, 14(1): 13-20.

Nur, M., & Agustina, P. S. 2024. Analisis Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Menggunakan Metode Hirarc. Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri, 14(2): 149-154.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). 2020. *Hazard Prevention and Control*.

Occupational Safety and Health Administration. 2024. *Hierarchy of Controls*. U.S. Department of Labor. OSHA – Hierarchy of Control.

Pangestu, D., Rahayu, E. P., Sando, W., Alhidayati, A., & Muhamadiah, M. 2022. *Analysis of the Application of Occupational Health and Safety Risk Management at Pt. W Year* 2022: Analisis Penerapan Manajemen Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Di Pt. W Tahun 2022. Jurnal Olahraga dan Kesehatan (ORKES), 1(2):164-189.

Pamudo, B. S., Hartadi, H., & Hendrawati, L. S. 2022. Analisis Identifikasi Bahaya, Risiko Dan Pengendaliannya Di Area Pengeboran (*Drilling*) *Rig* A Dengan Menggunakan *Metode Job Safety Analysys* (*Jsa*) Di Pt Ptm. Jurnal Kesehatan Masyarakat Dan Lingkungan Hidup, 7(1): 86-97.

Pratama, M. F. E., Ekawati, E., & Denny, H. M. 2021. Implementasi Regulasi-Regulasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Perusahaan Kereta Api Logistik. JKM (Jurnal Kesehatan Masyarakat) Cendekia Utama, 8(2): 139-151.

Rahayu, F. I., Pratama, R. D., & Yulianingsih, I. 2025. Analisis Risiko Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Pada Unit Power Plant Dengan Metode *Hazard Identification Risk Assessment And Determining Control* (HIRADC) Di PT. X. Jurnal Nasional Pengelolaan Energi MigasZoom, 7(1): 27-32.

Risk-based analysis of squeeze cementing operations. 2024. Geoenergy Science and *Engineering*, 234: 212687.

Salehi, S., & Nygaard, R. 2021. *A Brief Review of Gas Migration in Oilwell Cement Slurries*. Energies, 14(9): 2369.

Schlumberger. (2021). *Oilfield Glossary: Tubing and Workover Operations*. Houston: SLB.

Sugiharto, A. 2025. Identifikasi Bahaya dengan Menggunakan Metode Hazard *Identification and Risk Assesment* (HIRA) di Unit Boiler Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi. Swara Patra: Majalah Ilmiah PPSDM Migas, 15(2): 127-136.

Sulaiman, Y. A., Firnanda, R., Nindia M.H., S., Agustin, L., & Dafid, A. 2025. *Occupational health and safety risk assessment application in oil refinery using hazard identification, risk assessment and risk control* (HIRARC). Tibuana : *Journal of Applied Industrial Engineering*.

Zhang, Y., *et al*. 2021. *A comprehensive review on the loss of wellbore integrity due to cement failure and available remedial methods*g, 207: 109123

LAMPIRAN A

DOKUMENTASI PENGARAHAN PENGISIAN FORM











LAMPIRAN B

DAFTAR PERTANYAAN KUISIONER PENELITIAN

ANALISIS POTENSI BAHAYA PEKERJAAN *CEMENTING* DENGAN MENGGUNAKAN METODE REKAYASA *ENGINEERING* DISUMUR PT. PERTAMINA EP REGIONAL 1 *ZONE* 4 PRABUMULIH

Kuesioner ini disusun sebagai instrumen penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi serta menganalisis potensi risiko dan bahaya kerja pada area penambangan. Data yang diperoleh melalui kuesioner ini digunakan sebagai bahan pendukung dalam penyusunan Tugas Akhir. Penelitian ini dilaksanakan oleh:

Nama : Muhammad Ilham Ramadani

Program Studi : Teknik Pertambangan

Fakultas : Fakultas Teknik, Universitas Prabumulih

Nama : .....

Jenis Kelamin : .....

PETUNJUK PENGISIAN:

1. Bacalah setiap pernyataan dan pilihan jawaban dengan cermat sebelum mengisi kuesioner.
2. Pilihlah jawaban yang paling sesuai dengan kondisi dan pengalaman kerja Anda.
3. Berikan tanda centang (✓) pada salah satu pilihan jawaban yang tersedia.
4. Pastikan seluruh pertanyaan dijawab tanpa ada yang terlewat, karena setiap pertanyaan saling berkaitan.
5. Seluruh informasi yang diberikan akan digunakan semata-mata untuk keperluan penelitian, serta kerahasiaan identitas responden dijamin.Atas kesediaan Anda meluangkan waktu untuk mengisi kuesioner ini, peneliti mengucapkan terima kasih.

Skala Jawaban :

1 = Sangat Rendah

2 = Rendah

3 = Sedang

4 = Tinggi

5 = Sangat Tinggi

A. POTENSI BAHAYA PEKERJAAN

No	Pertanyaan	SR 1	R 2	S 3	T 4	ST 5
1	Menurut Anda, seberapa besar kemungkinan terjadinya kecelakaan saat perjalanan menuju lokasi kerja karena kondisi jalan, cuaca, atau faktor kendaraan yang digunakan?	☐	☐	☐	☐	☐
2	Menurut Anda, seberapa besar kemungkinan kendaraan atau peralatan yang digunakan mengalami gangguan atau kecelakaan selama proses mobilisasi ke lokasi kerja?	☐	☐	☐	☐	☐
3	Menurut Anda, seberapa besar kemungkinan terjadinya tumpahan bahan kimia saat proses pemindahan, pencampuran, atau penggunaan bahan tersebut di area kerja?	☐	☐	☐	☐	☐
4	Menurut Anda, seberapa besar kemungkinan pekerja tertimpa peralatan, pipa, atau material lain selama proses pemasangan maupun pembongkaran peralatan *cementing*?	☐	☐	☐	☐	☐
5	Menurut Anda, seberapa besar kemungkinan tangan, kaki, atau bagian tubuh lainnya terjepit saat melakukan pemasangan, penyambungan, atau pelepasan peralatan kerja?	☐	☐	☐	☐	☐
6	Menurut Anda, seberapa besar kemungkinan pekerja terkena tekanan tinggi dari pipa, selang, atau sambungan yang digunakan selama pekerjaan *cementing* berlangsung?	☐	☐	☐	☐	☐
7	Menurut Anda, seberapa besar kemungkinan pekerja terkena percikan atau kontak langsung dengan bahan kimia yang digunakan dalam pekerjaan *cementing*?	☐	☐	☐	☐	☐
8	Menurut Anda, seberapa besar kemungkinan terjadinya kebakaran akibat bahan mudah terbakar, percikan api, atau kesalahan saat pengoperasian peralatan kerja?	☐	☐	☐	☐	☐

No	Pertanyaan	SR	R	S	T	ST
		1	2	3	4	5
9	Menurut Anda, seberapa besar kemungkinan pekerja mengalami cedera saat mengangkat, memindahkan, atau menyusun peralatan yang memiliki berat cukup besar?	☐	☐	☐	☐	☐
10	Menurut Anda, seberapa besar kemungkinan pekerja terpeleset, tersandung, atau terjatuh akibat kondisi area kerja yang licin, tidak rata, atau terdapat hambatan di jalur kerja?	☐	☐	☐	☐	☐

Skala Jawaban :

1 = Sangat Tidak Setuju

2 = Tidak Setuju

3 = Cukup

4 = Setuju

5 = Sangat Setuju

B. PENGENDALIAN BAHAYA DI TEMPAT KERJA

No	Pertanyaan	STS	TS	C	S	SS
		1	2	3	4	5
1	Menurut Anda, apakah pembatas area kerja dan tanda peringatan yang dipasang sudah membantu pekerja mengenali dan menghindari area yang berbahaya?	☐	☐	☐	☐	☐
2	Menurut Anda, apakah peralatan yang digunakan dalam pekerjaan *cementing* perlu diperiksa dan berada dalam kondisi yang aman sebelum digunakan?	☐	☐	☐	☐	☐
3	Menurut Anda, apakah tekanan pada peralatan kerja selalu dipantau dan dikendalikan dengan baik selama pekerjaan berlangsung ?	☐	☐	☐	☐	☐
4	Menurut Anda, apakah perusahaan telah menyediakan sarana yang cukup untuk mencegah dan menangani tumpahan bahan kimia di area kerja?	☐	☐	☐	☐	☐
5	Menurut Anda, apakah penggunaan alat bantu angkat sudah membantu mengurangi pekerjaan mengangkat beban berat secara manual oleh pekerja?	☐	☐	☐	☐	☐
6	Menurut Anda, apakah peralatan yang digunakan telah dilengkapi dengan sistem	☐	☐	☐	☐	☐

No	Pertanyaan	STS	TS	C	S	SS
		1	2	3	4	5
	pengaman yang dapat membantu mencegah kecelakaan kerja?					
7	Menurut Anda, alat pemadam kebakaran tersedia dalam jumlah yang cukup dan mudah dijangkau saat dibutuhkan dapat membantu mempercepat tindakan?	☐	☐	☐	☐	☐
8	Menurut Anda, apakah kondisi area kerja selalu dijaga tetap bersih, rapi, dan bebas dari benda yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja?	☐	☐	☐	☐	☐

C. EFEKTIVITAS PENGENDALIAN

No	Pertanyaan	STS	TS	C	S	SS
		1	2	3	4	5
1	Menurut Anda, apakah pembatas area kerja yang dipasang mampu mengurangi kemungkinan pekerja memasuki area yang berbahaya?	☐	☐	☐	☐	☐
2	Menurut Anda, apakah sistem pengaman yang terdapat pada peralatan kerja mampu membantu mengurangi risiko terjadinya kecelakaan kerja?	☐	☐	☐	☐	☐
3	Menurut Anda, apakah penggunaan alat bantu angkat mampu mengurangi risiko cedera pada pekerja saat memindahkan atau mengangkat peralatan berat?	☐	☐	☐	☐	☐
4	Menurut Anda, apakah sarana pengendalian bahan kimia yang tersedia telah membantu mengurangi risiko pekerja terkena paparan bahan kimia?	☐	☐	☐	☐	☐
5	Menurut Anda, apakah pemantauan dan pengendalian tekanan pada peralatan kerja telah membantu mengurangi risiko kecelakaan akibat tekanan tinggi?	☐	☐	☐	☐	☐
6	Menurut Anda, apakah pengendalian yang diterapkan perusahaan telah membantu menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman bagi pekerja *cementing*?	☐	☐	☐	☐	☐

LAMPIRAN C

TASK HAZARD ASSESMENT

PERTAMINA HULU ENERGI	***Task Hazard Assessment* (THA)**	

Tabel bahaya dan pengendalian berikut dapat membantu tim kaji risiko untuk mengelola risiko pekerjaan. **Tabel ini tidak mencakup semua bahaya yang mungkin ada di pekerjaan**. Tentukan bahaya yang ada pada langkah pekerjaan dan identifikasi langkah pengendalian yang akan dilakukan.

	Perkakas dan Peralatan		**Peralatan atau Obyek Bergerak**		**Peralatan Bergetar**		**Peralatan Listrik Portable**		**Peralatan Bergerak/Mobile**		**Peralatan Bertekanan**		**Peralatan Panas atau Dingin**
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	Inspeksi perkakas & peralatan Tidak menggunakan perkakas modifikasi Gunakan pelindung/guard Gunakan perkakas dan peralatan yang sesuai Lapisi atau hilangkan sisi/bagian yang tajam Terapkan teknik keselamatan tangan (hand safety)	☑ ☑ ☑ ☑ ☑	Pastikan integritas pelindung mesin Sediakan barrier pelindung Observer untuk mengawasi orang atau peralatan yang mendekat Shutdown atau lock out peralatan Jangan bekerja di line of fire	☐ ☐ ☐ ☐	Kelola waktu pajanan Kaji efek getaran pada peralatan Gunakan peralatan yang rendah getaran Terapkan pengendalian kebisingan	☑ ☑ ☑	Inspeksi kondisi dan tanggal pengetesan peralatan Terapkan pemantauan pengukuran gas kontinu Lindungi timah listrik dari benturan atau kerusakan	☑ ☑ ☑ ☑ ☑	Kaji kondisi peralatan Terapkan pengendalian personel atau akses Batasi dan monitor jarak dengan kabel atau peralatan listrik bertegangan Kelola bahaya di atas/overhead Patuhi peraturan jalan atau lokasi	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	Lakukan isolasi - LOTO, blinding, atau defeat Depressurized, drain, purge, dan vent Buang tekanan yang terjebak Hindari auto-refrigeration ketika depressurizing Antisipasi tekanan/cairan sisa Amankan/ikat selang temporary	☑ ☑ ☑ ☑ ☑	Panaskan atau dinginkan peralatan sebelum dimulai Pasang barriers/pelindung Siapkan penanda warna Pasang kontrol suhu dingin dan brittle failure Gunakan sarung tangan suhu panas/dingin

	Peralatan Angkat		**Pengangkatan Manual**		**Benda Jatuh**		**Material berbahaya**		**Potensi Tumpahan**		**Pembuangan dan Pembersihan Limbah**		**Terpleset, Tersandung, dan Jatuh**
	Pastikan kondisi dan sertifikasi alat angkat Minta persetujuan untuk pengangkatan di atas peralatan proses Miliki dokumen rencana pengangkatan/lift plan yang sudah disetujui Perhatikan jarak selamat pengoperasian alat angkat dari overhead power line		Kaji pekerjaan manual handling Batasi ukuran angkatan Jaga postur ergonomis Konfirmasi stabilitas angkatan dan platform kerja Cari bantuan atau alat bantu mekanik untuk menghindari titik jepit/pinch points		Pasang penanda dan barriers untuk mencegah akses di bawah pekerjaan pengangkatan Gunakan alat angkat untuk menaikkan perkakas menuju atau dari platform kerja Amankan/secure perkakas (tie-off)		Drain atau purging peralatan Ikuti pengendalian di MSDS Terapkan pengendalian bahaya kesehatan (Timbal, Asbestos, H2S, Sulfur Dioksida, NORM) Uji dan analisis material		Drain peralatan Sediakan peralatan spill containment Siapkan peralatan dan material pembersihan tumpahan Amankan/ikat dan isolasi selang jika tidak digunakan		Terapkan praktik pengelolaan lingkungan Ikuti prosedur pembuangan limbah di lapangan Bersihkan peralatan dan material di lapangan Optimasi pekerjaan untuk meminimalisir limbah terproduksi		Identifikasi dan tutupi permukaan yang tidak rata Identifikasi dan lapisi permukaan yang tidak rata Amankan/tutupi kabel, kawat, atau pipa Bersihkan cairan/tumpahan Barikade atau pasang rantai/tali bukaan dan lubang
	Sumber Nyala Api/Ignition		**Kurang pencahayaan atau pandangan**		**Kebisingan Tinggi**		**Cuaca**		**Energi Lain**		**Site Controller**		**Bahaya Lain**
	Hilangkan/isolasi/tampung material mudah terbakar Sediakan peralatan pemadam Bangun fire-safe habitat Sediakan fire watch		Sediakan pencahayaan alternatif Tunggu atau tunda pekerjaan sampai		Gunakan APD pelindung pendengaran yang sesuai Kelola waktu pajanan Matikan peralatan		Terapkan pengendalian untuk lantai licin Angin kencang - goggles Hidrasi akibat panas, istirahat Dingin - APD, pemanas Petir - pemilihan alat, tunda pekerjaan		Kendalikan compression atau expansion pegas Terapkan pengendalian elektromagnet		Jaga akses jalur keluar terbuka Pastikan shower dan eye wash stasion dapat diakses dan		Terapkan pengendalian abrasive blasting (untuk peralatan) Siapkan rencana penyelaman

	Fire watcher harus tetap di lokasi 30 menit setelah pekerjaan panas selesai Lakukan pengetesan gas Bonding/grounding listrik statik atau pelindung katodik Hilangkan material mudah terbakar dalam radius 35 ft (10 m), material yang tidak bisa dihilangkan/dipindahkan harus ditutup pelindung tahan api atau tetap dalam kondisi basah selama pekerjaan panas berlangsung		pandangan membaik Tidak ada pekerjaan di atas air (termasuk di atas laut) yang mungkin memerlukan penyelamatan		Gunakan alat yang senyap Gunakan sound barriers atau tirai peredam suara				ik (radio) Kelola tekanan atau vakum Kelola proses yang menghasilkan panas Gunakan praktik kerja selamat aktivitas seismik		dipergunakan Miliki rencana penyelamatan Pastikan alarm darurat, peralatan pemadam, dan tombol shutdown tidak terhalangi		Kelola peralatan yang berpotensi tersumbat Lakukan MOC untuk modifikasi atau sambungan sementara
	Personel		**Bekerja di Ketinggian**		**Ruang Terbatas**		**Penggalian**		**Bahaya Radiasi**		**Energi atau voltase tinggi**		**Simultaneous Operations (SIMOPS)**
	Lakukan induksi atau pelatihan untuk pekerja baru Mentoring, coaching atau pengawasan Verifikasi kompetensi, kemampuan, & pengalaman Tangani keterbatasan yang sesuai (fatigue,		Diskusikan praktik selamat bekerja di ketinggian Verifikasi sertifikasi peralatan fall restraint dan fall arrest		Lakukan isolasi positif jika masuk ruang terbatas Diskusikan praktik selamat bekerja di ruang terbatas Lakukan pengukuran gas (initial, periodik, dan/atau kontinu)		Identifikasi jenis tanah Tentukan sistem pelindung bahaya longsor (*shoring/brancing/sloping/benching*) Sediakan rencana penggalian atau prosedur kerja Temukan pipa atau kabel bawah tangan dengan penggalian tangan		Gunakan barriers dan penanda untuk mencegah akses Beritahu personel yang mungkin terdampak		Batasi akses hanya untuk personel yang diotorisasi Discharge peralatan dan pastikan tidak ada listriknya		Ikuti SIMOPS matrix Lakukan MOC jika ada deviasi dari pembatasan SIMOPS Interface antara tim kerja

	kelelahan, dan pembatasan pekerjaan) Kelola multi bahasa	☐	Gunakan praktik kerja selamat turun dari ketinggaian (abseiling) Titik angkur standar tersedia Lakukan 100% tie-off Jarak fall arrest mencukupi Amankan perkakas dari jatuh Inspeksi peralatan pelindung jatuh Rescue plan dikomunikasikan dan dipahami	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	Monitor akses atau masuk Lindungi tepi permukaan yang tajam dari kontak Jangan taruh mesin portabel dekat ruang terbatas Sediakan observer Siapkan prosedur penyelamatan/rescue plan, termasuk alat dan team rescue Komunikasikan rescue plan Gunakan peralatan explosion proof Tentukan sarana komunikasi antara *entry watcher* dan *entrant* Pasang sirkulasi ventilasi Siapkan respirator (escape/work/rescue unit) Lakukan heat stress monitoring ketika suhu di dalam confined space ≥ 80°F (27°C)	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	Verifikasi dan beri tanda fasilitas bawah tanah (pipa/kabel listrik/instrument/fiber optic) Perhatikan jarak selamat pengoperasian alat berat dari *overhead power line* *De-energize* layanan bawah tanah Terapkan pengendalian masuk ke ruang terbatas jika kedalaman parit ≥4 ft (1,2 m) Siapkan akses masuk-keluar yang selamat (spt *ladder*, *stairway*, *ramp*, *slop*, dsb.) jika galian ≥4 ft (1,2 m) Rescue plan dikomunikasikan dan dipahami Letakan tumpukan tanah/material ≥2 ft (0,6 m) dari tepi galian Pasang *hard* barikade (pagar) untuk mencegah akses yang tidak diizinkan		Terapkan pengendalian NORM Lakukan pengujian RAD		Observasi jarak selamat dari kabel Gunakan APD flash burn suit Gunakan sarung tangan, perkakas, dan alas insulated		Gunakan barriers dan penanda untuk memisahkan aktivitas antar grup Izin kerja ditandatangani oleh AA tim kerja terdampak

					Lakukan pembilasan, pengosongan, atau pembersihan material, cairan, atau gas berbahaya								

LAMPIRAN D

JOB SAFETY ANALAYSIS

PERTAMINA HULU ENERGI	***Job Safety Analysis* (JSA)**	RA No.: JSA No.: Tanggal registrasi:
Fasilitas/site:	Lokasi:	
No. PTW:		

Identifikasi Bahaya Baru Ketika Pelaksanaan Pekerjaan

1. Pekerjaan harus dihentikan/lakukan Stop Work Authority (SWA) jika ada bahaya baru yang belum teridentifikasi. 2. Tuliskan langkah dan/atau tambahan bahaya yang baru diidentifikasi serta pengendaliannya di bawah ini. 3. Isi paraf disamping yang menandakan tambahan informasi sudah diverifikasi pihak yang sesuai.	**Nama, Paraf PA, dan Tanggal:**	**Nama, Paraf AA, dan Tanggal:**

No (1)	**Deskripsi Langkah Pekerjaan (2)**	**Bahaya (3)**	**Tindakan Pengendalian (4)**	**Nama Pekerja Pelaksana Tindakan Pengendalian (5)**	**Paraf Pelaksana Tindakan Pengendalian (6)**	**Tanggal dan Paraf PA (Verifikasi Tindakan Pengendalian) (7)**						
						Tanggal						
						Paraf						
1	Pengesetan Unit	Menabrak, terjatuh,	Gunakan signalman									
		terhimpit, tertimpa	safety harnes, safe zone									
2	Rig up line dari Pompa	Terpukul hammer	Komunikasi yang baik									
		Terkena serpihan logam	Gunakan APD lengkap									
3	Pressure test line	Treating iron pecah	Gunakan FLSR pada line bertekanan									
		Terpukul line	Posisikan badan pada safe zone position									
4	Mixing chemical/Additives	Terpapar chemical	Perhatikan arah angin menggunakan wind shock									
			Pahami MSDS, Menggunakan PPE proper saat mixing									

5	Mixing Cement	Terpapar debu cement	Pahami MSDS, Menggunakan PPE proper saat mixing									
6	Pemompaan	Pumping line pecah	Jauhi area line of fire									
		Terpapar chemical	Gunakan PPE proper saat bekerja									
7	Cabut rangkaian tubing	Tertimpa equipment, terjatuh	Posisikan badan pada safe zone position									
8	Reverse out	Pumping line pecah	Jauhi area line of fire									
		Terpapar chemical	Menggunakan PPE proper saat mixing									
9	Ablas tekanan line	Pumping line pecah	Jauhi area line of fire									
		Terkena pressure tinggi	Komunikasi yang baik saat bleed of line									
10	Rig down line dari floor dan flushing	Tertimpa equipment, terjatuh	Jauhi area line of fire									
11	Housekeeping	Pencemaran lingkungan	Buang limbah cement pada mud pit									

Diskusi Penyelesaian Pekerjaan & *Lesson Learned*

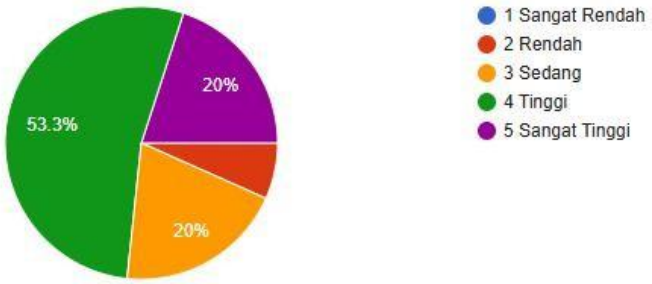
Diskusikan dan tuliskan hal berikut:
• Apa saja hal-hal yang telah berjalan dengan baik?
• Apa saja peluang perbaikan (seperti penggunaan prosedur tambahan, langkah kerja yang terlewatkan, bahaya yang terlewatkan, dll.)?

LAMPIRAN E

HASIL PENGISIAN KUISIONER PERSONIL PT BBP

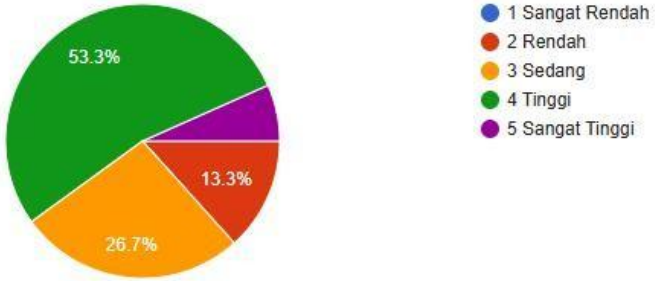
1.Menurut Anda, seberapa besar kemungkinan terjadinya kecelakaan saat perjalanan menuju lokasi kerja karena kondisi jalan, cuaca, atau faktor kendaraan yang digunakan?

15 responses



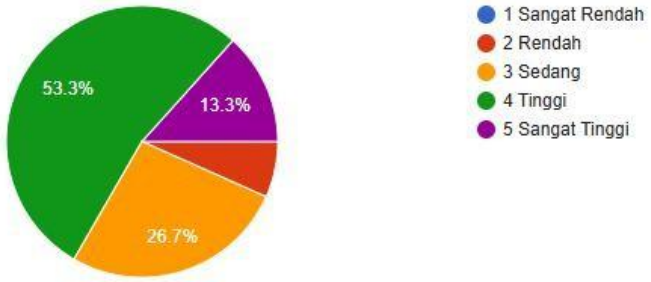
2. Menurut Anda, seberapa besar kemungkinan kendaraan atau peralatan yang digunakan mengalami gangguan atau kecelakaan selama proses mobilisasi ke lokasi kerja?

15 responses



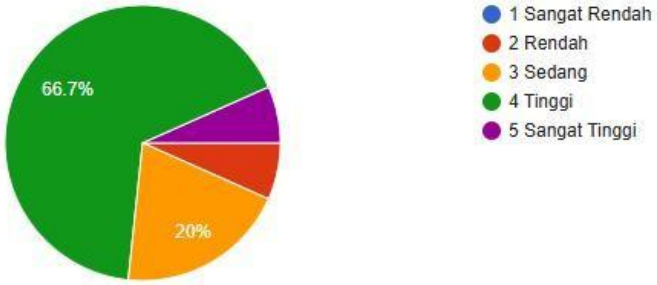
3. Menurut Anda, seberapa besar kemungkinan terjadinya tumpahan bahan kimia saat proses pemindahan, pencampuran, atau penggunaan bahan tersebut di area kerja?

15 responses



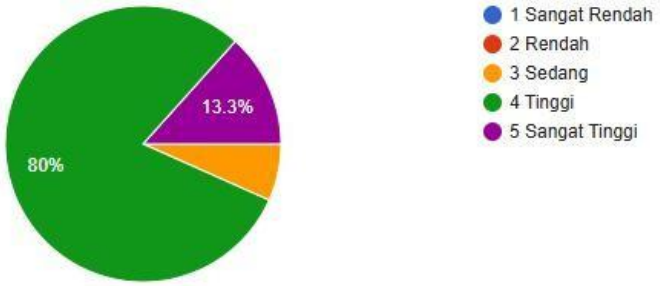
4. Menurut Anda, seberapa besar kemungkinan pekerja tertimpa peralatan, pipa, atau material lain selama proses pemasangan maupun pembongkaran peralatan cementing?

15 responses



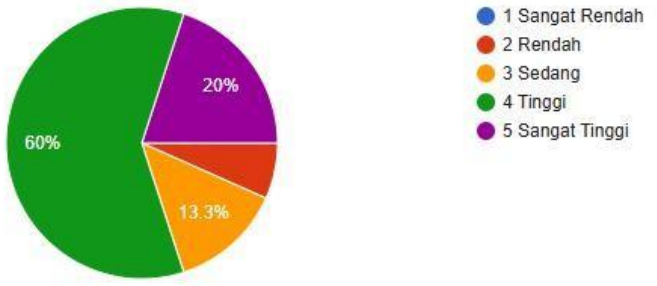
5. Menurut Anda, seberapa besar kemungkinan tangan, kaki, atau bagian tubuh lainnya terjepit saat melakukan pemasangan, penyambungan, atau pelepasan peralatan kerja?

15 responses



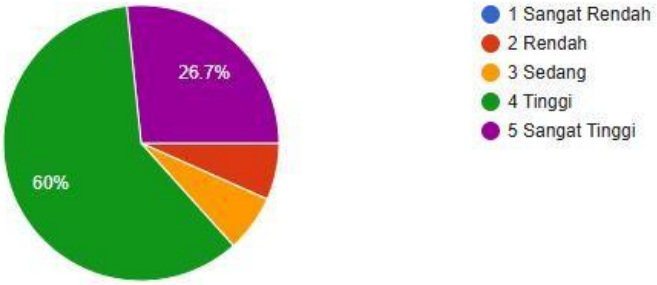
6. Menurut Anda, seberapa besar kemungkinan pekerja terkena tekanan tinggi dari pipa, selang, atau sambungan yang digunakan selama pekerjaan cementing berlangsung?

15 responses



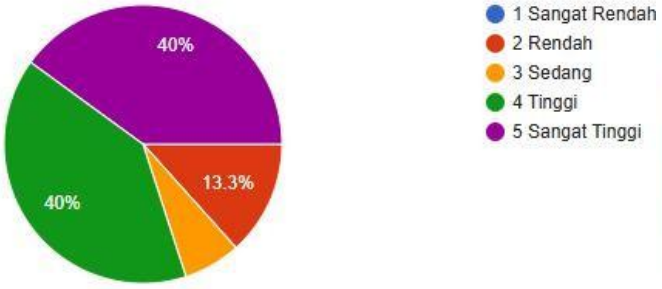
7. Menurut Anda, seberapa besar kemungkinan pekerja terkena percikan atau kontak langsung dengan bahan kimia yang digunakan dalam pekerjaan cementing?

15 responses



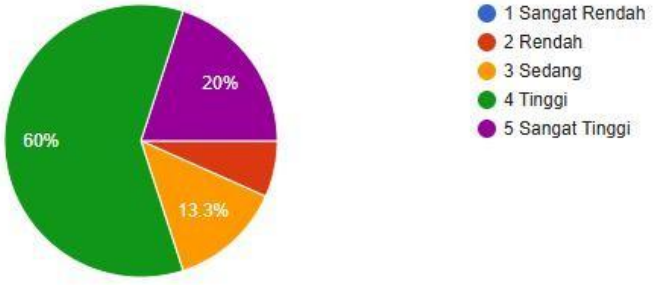
8. Menurut Anda, seberapa besar kemungkinan terjadinya kebakaran akibat bahan mudah terbakar, percikan api, atau kesalahan saat pengoperasian peralatan kerja?

15 responses



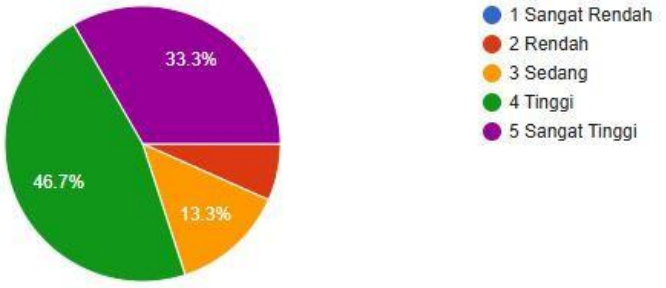
9. Menurut Anda, seberapa besar kemungkinan pekerja mengalami cedera saat mengangkat, memindahkan, atau menyusun peralatan yang memiliki berat cukup besar?

15 responses



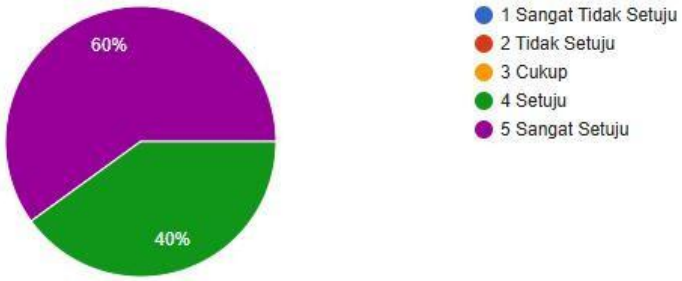
10. Menurut Anda, seberapa besar kemungkinan pekerja terpeleset, tersandung, atau terjatuh akibat kondisi area kerja yang licin, tidak rata, atau terdapat hambatan di jalur kerja?

15 responses



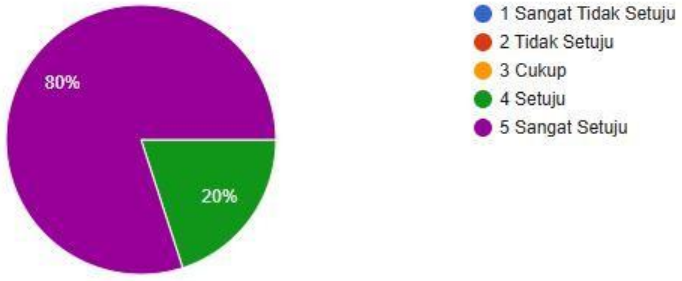
11. Menurut Anda, apakah pembatas area kerja dan tanda peringatan yang dipasang sudah membantu pekerja mengenali dan menghindari area yang berbahaya?

15 responses



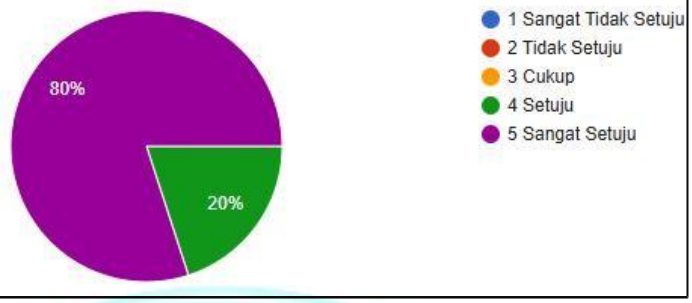
12. Menurut Anda, apakah peralatan yang digunakan dalam pekerjaan cementing perlu diperiksa dan berada dalam kondisi yang aman sebelum digunakan?

15 responses



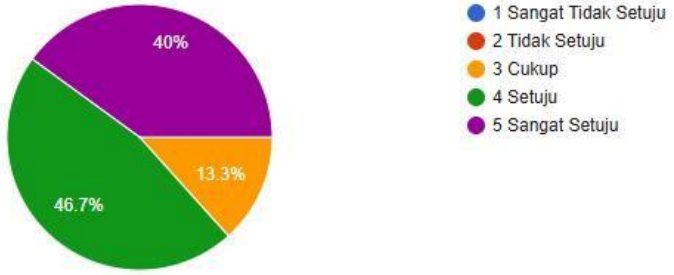
13. Menurut Anda, apakah tekanan pada peralatan kerja selalu dipantau dan dikendalikan dengan baik selama pekerjaan berlangsung ?

15 responses



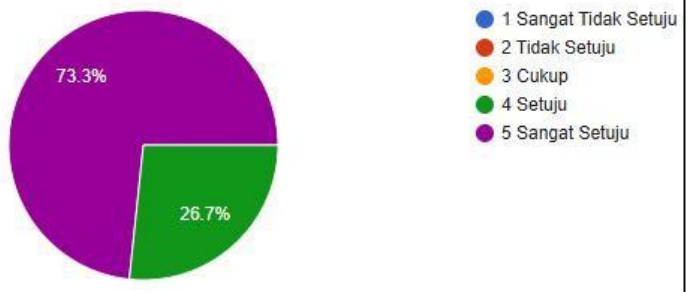
14. Menurut Anda, apakah perusahaan telah menyediakan sarana yang cukup untuk mencegah dan menangani tumpahan bahan kimia di area kerja?

15 responses



15. Menurut Anda, apakah penggunaan alat bantu angkat sudah membantu mengurangi pekerjaan mengangkat beban berat secara manual oleh pekerja?

15 responses



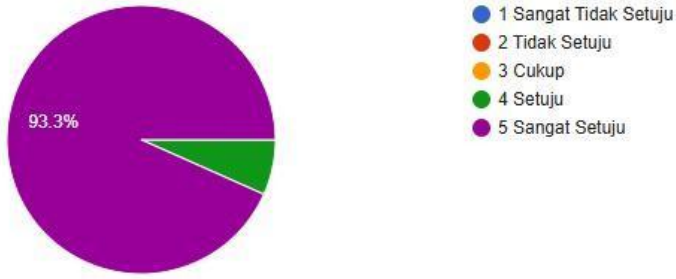
16. Menurut Anda, apakah peralatan yang digunakan telah dilengkapi dengan sistem pengaman yang dapat membantu mencegah kecelakaan kerja?

15 responses



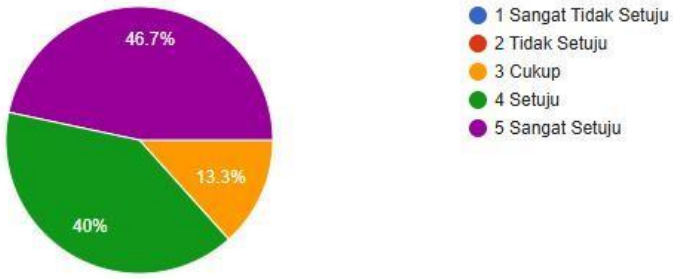
17. Menurut Anda, alat pemadam kebakaran tersedia dalam jumlah yang cukup dan mudah dijangkau saat dibutuhkan dapat membantu mempercepat tindakan?

15 responses



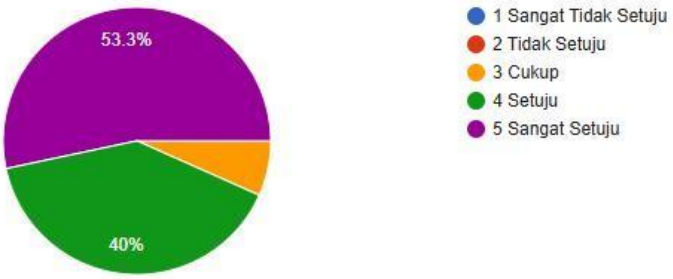
18. Menurut Anda, apakah kondisi area kerja selalu dijaga tetap bersih, rapi, dan bebas dari benda yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja?

15 responses



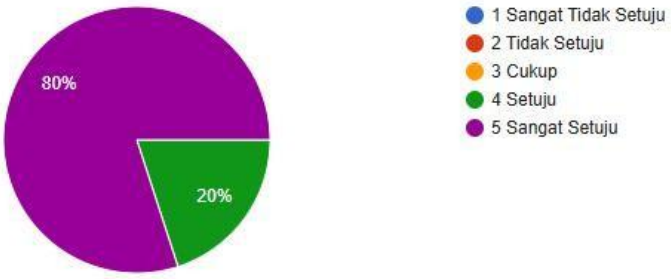
19. Menurut Anda, apakah pembatas area kerja yang dipasang mampu mengurangi kemungkinan pekerja memasuki area yang berbahaya?

15 responses



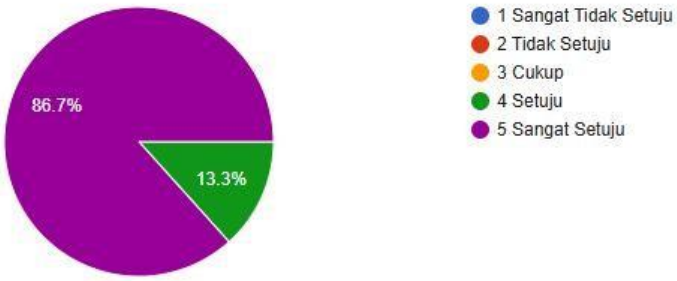
20. Menurut Anda, apakah sistem pengaman yang terdapat pada peralatan kerja mampu membantu mengurangi risiko terjadinya kecelakaan kerja?

15 responses



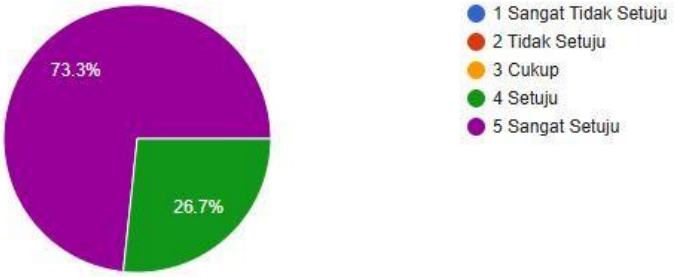
21. Menurut Anda, apakah penggunaan alat bantu angkat mampu mengurangi risiko cedera pada pekerja saat memindahkan atau mengangkat peralatan berat?

15 responses



22. Menurut Anda, apakah sarana pengendalian bahan kimia yang tersedia telah membantu mengurangi risiko pekerja terkena paparan bahan kimia?

15 responses



23. Menurut Anda, apakah pemantauan dan pengendalian tekanan pada peralatan kerja telah membantu mengurangi risiko kecelakaan akibat tekanan tinggi?

15 responses



24. Menurut Anda, apakah pengendalian yang diterapkan perusahaan telah membantu menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman bagi pekerja cementing?

15 responses

